أساسيات
إنتاج محاصيل الحقل

دكتور
عبدالحميد محمد حسانين
أستاذ المحاصيل - كلية الزراعة بالقاهرة - جامعة الأزهر

دكتور
محمد الأسمر الهواري
أستاذ المحاصيل - كلية الزراعة بالقاهرة
جامعة الأزهر

دكتور
السيد فاروق سعفان
مدرس المحاصيل - كلية الزراعة بالسادات
جامعة الأزهر

٢٠٢١م

حقوق الطبع

الطبعة الأولى
(١٤٤٢هـ - ٢٠٢١م)

رقم الإيداع
الترقيم الدولي

بسم الله الرحمن الرحيم

"أفرأيتم ما تحرثون ءأنتم تزرعونه أم نحن الزارعون"

صدق الله العظيم

المحتويات

الموضوع	الصفحة
مقدمة	١
الباب الأول: تاريخ زراعة المحاصيل ومواطنها الأصلية	٢
الباب الثاني: محاصيل الحقل أهميتها وتقسيمها وتسميتها وعلم المحاصيل وفروعة	٩
الباب الثالث: نمو نباتات محاصيل الحقل	١٩
الباب الرابع: عوامل البيئة وعلاقتها بنمو محاصيل الحقل أولا- العوامل الجوية	٣٧
الباب الخامس: عوامل البيئة وعلاقتها بنمو محاصيل الحقل ثانيا- العوامل الأرضية	٤٩
الباب السادس: التثبيت الحيوي (البيولوجي) للنيتروجين	٦١
الباب السابع: الأراضي المتأثرة بالأملاح	٧٤
الباب الثامن: عمليات تجهيز الأرض للزراعة	٨٢
الباب التاسع: الطرق العامة لزراعة المحاصيل	١٠٧
الباب العاشر: عمليات خدمة المحصول بعد الزراعة (الترقيع والخف والعزيق)	١١٨
الباب الحادي عشر: ري محاصيل الحقل والصرف الزراعي	١٢٥
الباب الثاني عشر: تسميد محاصيل الحقل	١٤١
الباب الثالث عشر: الحشائش وأضرارها ومقاومتها	١٦١
الباب الرابع عشر: عمليات الحصاد والدراس والتخزين لمحاصيل الحقل	١٧٩
الباب الخامس عشر: بذور محاصيل الحقل وإنباتها	١٩٣
الباب السادس عشر: الدورة الزراعية (التكثيف الزراعي – التحميل)	٢٠٥
الباب السابع عشر: تحسين المحاصيل وإنتاج التقاوي	٢١٩
المراجع	٢٣٠

بِسۡمِ ٱللَّهِ ٱلرَّحۡمَٰنِ ٱلرَّحِيمِ

"الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله"

صدق الله العظيم

وبعد،،،،،

نقدم هذا الكتاب "أساسيات إنتاج محاصيل الحقل" لأبنائنا الطلبه في كليات الزراعة والمعاهد الزراعية والمدراس الزراعية الثانوية وكذلك المهندسين الزراعيين والمزارعين لمساعدتهم على الإلمام بالطرق الحديثة في إنتاج المحاصيل حتى يمكن زيادة إنتاجية الفدان من محاصيل الحقل المنزرعة مما يساعد على مواجهة الزيادة الكبيرة في عدد السكان وتحقيق الأمن الغذائي.

ولقد اشتمل هذا الكتاب على ستة عشر بابا تضمنت تاريخ زراعة المحاصيل ومناطق نشوءها وتعريف علم المحاصيل وتقسيم المحاصيل وعلاقة العوامل الجوية والأرضية بنمو المحاصيل وعمليات تجهيز الأرض للزراعة وطرق الزراعة وعمليات خدمة المحصول بعد الزراعة وعمليات حصاد المحاصيل وتخزينها. كما يتضمن الكتاب التثبيت الحيوي للنيتروجين وبذور المحاصيل وإنباتها وتحسين المحاصيل وإنتاج التقاوي والتركيب المحصولي والدورة الزراعية.

ولقد روعي في هذا الكتاب سهولة العرض، كما زود الكتاب بكثير من الرسوم والأشكال التوضيحية. ولقد روعي أيضا في الكتاب التركيز على النواحي التطبيقية والعملية في إنتاج محاصيل الحقل للإستفادة منها في النواحي الإنتاجية.

والحمد لله الذي أعاننا على إصدار هذا الكتاب وندعوا الله سبحانه وتعالى أن ينتفع به، وأن يجعل ما بذل فيه من جهد خالصا لوجهه الكريم.

القاهرة في فبراير ٢٠٢١م

المؤلفون

الباب الأول

تاريخ زراعة المحاصيل ومواطنها الأصلية

History of crop cultivation and centers of origen

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

لقد عاش الإنسان ملايين السنين على الأرض في جماعات قليلة العدد تعيش أساسا على الصيد وجمع الثمار، وبمرور الزمن، زاد عدد هذه الجماعات تدريجيا ولم تعد موارد الصيد وجمع الثمار كافية لسد احتياجاته من الغذاء، ولذلك فقد اضطر للبحث في البيئة التي يعيش فيها على موارد غذائية أخرى غير الصيد وجمع الثمار والعمل على إنتاج غذائة بنفسه. وفي الفترة ما بين ٨-١٠ آلاف سنة قبل الميلاد بدأ الإنسان يتعرف على النباتات التي يمكن أن يستخدمها في غذائه من بين النباتات البرية النامية في البيئة التي يعيش فيها وقام بزراعتها. وفي البداية قام الإنسان بزراعة عدد قليل من النباتات التي يستخدمها في غذائه. ويعتبر القمح والشعير من أقدم الحبوب التي زرعها الإنسان، ومنذ ذلك الوقت أصبحت الزراعة هي المهنة الرئيسية للإنسان.

ولقد بدأت زراعة المحاصيل في العديد من المناطق في العالم، أولها منطقة الشرق الأوسط والتي تشمل العراق وسوريا وفلسطين والأردن وتركيا ومصر ومن هذه المناطق انتشرت الزراعة بعد ذلك إلى العديد من مناطق العالم، وبذلك بدأ الإنسان حياة مستقرة ينتج غذائه بنفسه وذلك بزراعة محاصيل القمح والشعير والعدس والحمص والذرة الرفيعة والشيلم وبنجر السكر والبطاطس وفول الصويا والفول السوداني وغييرها.

ولقد كانت معرفة الإنسان بزراعة المحاصيل ورعايتها خطوة هامة نحو استقراره، حيث أغنته عن مشقة التنقل والترحال للبحث عن ثمار النباتات البرية وجمعها، وعن تتبع الحيوانات البرية وصيدها.

ولقد تطورت زراعة المحاصيل بمرور الزمن، حيث بدأ الإنسان يلاحظ نمو النباتات التي يزرعها، وملاحظة العوامل التي تساعد على نموها، وأن أهم الظواهر التي اكتشفها هي ما يلي:

١- إكتشف أهمية السماد البلدي (العضوي) للنباتات، عن طريق ملاحظته للنمو الجيد للنباتات المنزرعة في أرض بها مخلفات حيوانية بالمقارنة بمثيلتها المنزرعة في أرض خالية من هذه المخلفات.

٢- إكتشف أهمية ترك الأرض بدون زراعة (بور) لفترة من الزمن حتى تستعيد خصوبتها.

٣- إكتشف أهمية تبادل المحاصيل في أرض معينة للمحافظة على خصوبتها والذي يعرف الآن بـ"الدورة الزراعية"

٤- إكتشف أهمية مقاومة الحشائش عن طريق ملاحظته للنمو القوي للنباتات المنزرعة والتي أزيلت النباتات الغريبة المصاحبة لها، ومن هنا نشأت فكرة مقاومة الحشائش المصاحبة للمحصول.

وعموما- يمكن القول بأن زراعة المحاصيل قد بدأت من الوقت الذي بدأ فيه الإنسان إستئناس النباتات وزراعتها ورعايتها.

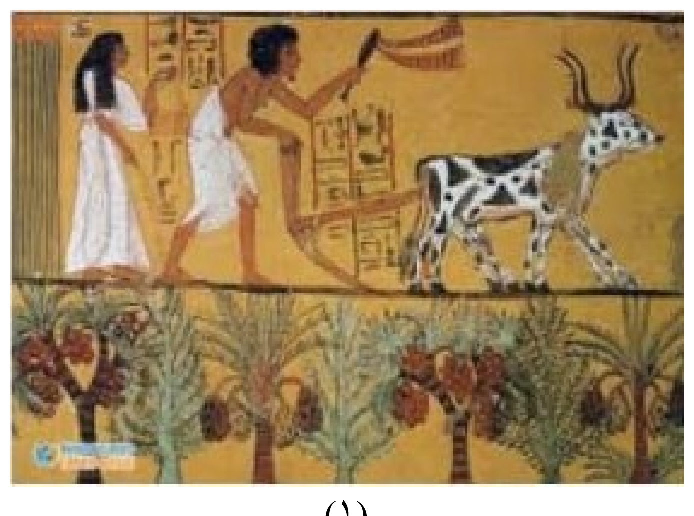
ولقد حدثت طفرةفي تقدم الزراعة مع بداية الثورة الصناعية في أوروبا خلال القرن الثامن والتاسع عشر ولقد صاحب هذه الثورة الصناعية ثورة زراعية أدت إلى زيادة كبيرة في إنتاج المحاصيل، ومن أهم مظاهر هذه الثورة الزراعية الآتي:

١- إكتشاف كيفية تصنيع السماد الأزوتي بواسطة هابر-بوش مما أدى إلى مضاعفة كمية إنتاج المحاصيل، وتلبية حاجات البشر من المنتجات الزراعية.

٢- اكتشاف الآلات الزراعية واستخدامها في عمليات حرث الأرض وعمليات الحصاد والدراس وغيرها، مما أدى إلى تقليل نسبة الإعتماد على الأيدي العاملة، ويبين شكل (١ - ١) الفرق بين عمليات الحرث التي استخدمها الإنسان البدائي في القدم مقارنة بالطرق الحديثة عن طريق استخدام الجرارات الزراعية بدلا من المحراث البدائي الذي كانت تجره الحيوانات.

ومع التطور فقد تطورت الوسائل التكنولوجية المستخدمة في زراعة المحاصيل فلم يعد المحراث الميكانيكي أو الحاصدة هي الآلتان الرئيسيتان في الزراعة، بل دخلت تكنولوجيا تقنيات المراقبة بأجهزة الإستشعار Sensors مثل أجهزة استشعار الحرارة والرطوبة التي تستخدم لتحديد نسبة الرطوبة ونسبة النيتروجين في التربة، ويمكن للمزارع أن يستخدم هذه التقنيات لتحديد أوقات الري وكميات السماد المناسبة، وعلاوة على ذلك فيمكن المزارع أن يضيف كمية السماد اللازمة للأجزاء من الأرض التي يلزم تسميدها وليس

للمزرعة كلها. وهذا يؤدي إلى توفير كمية كبيرة من السماد والمياه وبالتالي الحصول على منتجات أرخص.



(١)

(٢)

شكل (١ - ١). (١) فلاحون من فراعنة مصر القديمة (٢٧٠٠ ٢٢٥٠ ق م) يحرثون الأرض بواسطة المحراث البدائي الذي تجره الحيوانات وذلك من الرسومات الموجودة على جدران مقابرهم. (٢) الحرث بالطرق الحديثة

ومن الجدير بالذكر، أن هذه الأجهزة رخيصة الثمن ويمكن للمزارع العادي شرائها وتوزيعها على كافة أرض المزرعة.

٣- استخدام تقنيات الري الحديثة في الأراضي التي لا تصلها مياه الأمطار أو الأنهار، ولقد ساهمت هذه التقنيات بشكل كبير في زيادة إنتاج المحاصيل الزراعية عن طريق حفر الآبار واستخدام بعض طرق الري الحديثة مثل الري بالرش والري بالتنقيط والتي أدت إلى توفير كميات كبيرة من الماء.

٤- انخفضت تكلفة الإنتاج نتيجة لاستخدام الميكنة وغيرها من التقنيات الحديثة في الزراعة، فقد أدى الاستعمال المكثف للآلات والأسمدة إلى تحول الإنتاج الزراعي من استهلاك معيشي مخصص أساسا لاستهلاك المزارع وعائلته إلى إنتاج تجاري موجه إلى السوق، ولذلك تحولت الزراعة إلى عنصر فعال في تطور القطاع الصناعي، بعد أن وفرت له احتياجاته من المواد الأولية اللازمة له مما زاد من مستويات الإنتاج الصناعي.

٥- لقد تزايدت المعرفة العلمية بطرق تربية النبات وإنتاج أصناف عالية المحصول ومقاومة للظروف البيئية السيئة عن طريق التهجين، حيث أمكن إنتاج هجن عالية المحصول من الذرة الشامية والأرز والتريتيكال وغيرها.

٦- لقد لعبت التكنولوجيا الحيوية الزراعية في إنتاج المحاصيل من خلال الهندسة الوراثية حيث أمكن إنتاج محاصيل معدلة وراثيا أكثر مقاومة للجفاف والملوحة والآفات من الأصناف العادية، ويمكن زراعتها في الأراضي التي لا يمكن زراعتها بالأصناف الموجودة طبيعيا.

٧- لقد ظهر ما يسمى بالزراعة بدون تربة أو المزارع المائية Hydroponics وهي أحد النظم الزراعية الحديثة والتي يتم فيها إنتاج النباتات بعيدا عن التربة الزراعية المتعارف عليها، وذلك باستخدام الماء أو البيئات البديلة للتربة مثل البيتموس، مع امداد النباتات بالعناصر الغذائية اللازمة عن طريق محلول مغذي، ويكون استخدام هذا النوع من المزارع في إنتاج النباتات التي تحتاج إلى كميات كبيرة من الماء. وتتميز هذه الطريقة بتوفير الماء والأسمدة والاستغناء عن كثير من العمليات الزراعية مثل الحرث ومقاومة الحشائش وغيرها.

ومن الجدير بالذكر، أنه على الرغم من هذا التقدم الكبير في الزراعة في الدول المتقدمة والتي وصلت فيها التقنية الزراعية الحديثة مرحلة متقدمة جدا، مما أدى إلى زيادة كمية محصول الهكتار إلى مستويات عالية جدا، إلا أن

الزراعة في كثير من الدول النامية مازالت تتبع بعض الأساليب الزراعية القديمة، مما يؤدي إلى تدني محصول الهكتار في مثل هذه الدول، وعلى سبيل المثال، بلغ محصول الذرة الشامية في أمريكا إلى أكثر من ٦طن/ هكتار، بينما يصل في بعض دول أفريقيا إلى أقل من ١.٥طن/ هكتار. وهذا يبين أن هذه الدول يمكن أن تضاعف إنتاجها من المحاصيل المنزرعة، إذا اتبعت التقنيات الحديثة والمتبعة في الدول المتقدمة.

وعموما، دلت الدراسات التاريخية على أن سكان الفيوم في مصر ومناطق أخرى عرفوا الزراعة منذ ٥٥٠٠سنة قبل الميلاد. ولقد ارتبطت الزراعة في مصر بنهر النيل. وأهم المحاصيل التي زرعها المصريون القدامى هي القمح والشعير وبعض البقوليات مثل العدس والحمص والترمس والبصل والثوم وغيرها، علاوة على بعض أنواع الفاكهة مثل التين والرمان والعنب والنخيل وغيرها.

وبمرور الزمن اخترع الفلاح المصري بعض الآلات الزراعية مثل الفأس ثم المحراث المصنوع من الخشب والذي تجره الحيوانات التي قام باستئناسها مثل الخيول والأبقار. وفي القرن التاسع عشر شهدت مصر تطورا هاما في الزراعة، حيث تم اضافة عدد من مشروعات الري مثل إقامة القناطر والخزانات وحفر الترع، ولقد تم انشاء القناطر الخيرية عام ١٨٦١م والتي أدت إلى إدخال نظام الري الدائم.

مراكز نشوء المحاصيل Centeral of origin

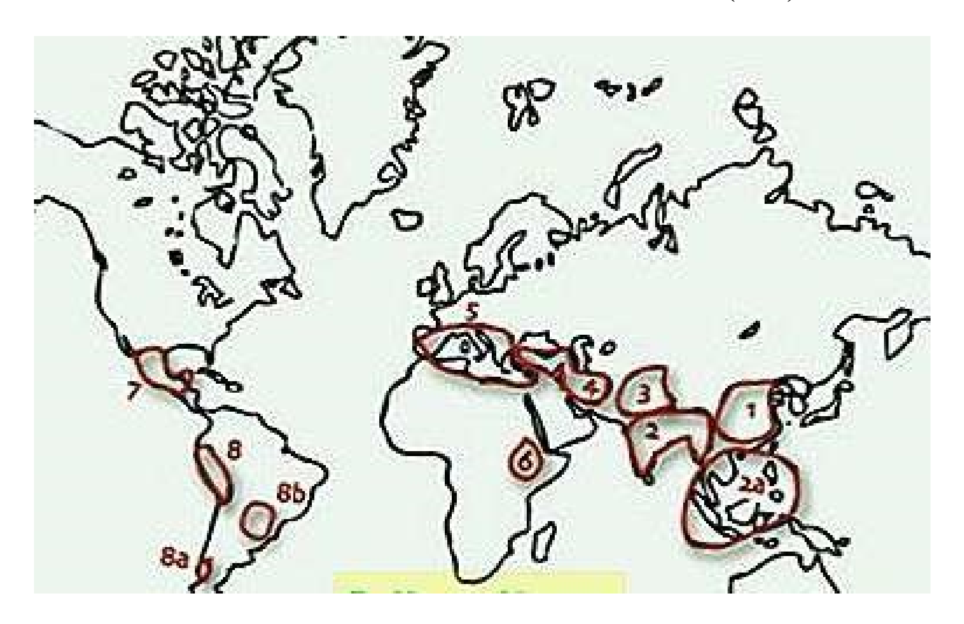
يعرف مركز نشوء المحصول بأنه المنطقة التي تحتوي على أكبر تباين بين طرز المحصول الواحد، وبناءا على ذلك فقد اقترح العالم الروسي فافيلوف عام ١٩٥١م ثمانية مراكز رئيسية لنشوء النباتات المنزرعة هي :

١- **منطقة الصين:** وتشمل الأجزاء الجبلية والسهول المجاورة لوسط وغرب الصين (شكل ١-٢)، ونشأ فيها حوالي ١٣٦ نوعا، من أهمها: فول الصويا، قصب السكر، الذرة الرفيعة، السمسم وبعض أنواع الدخن.

٢- **منطقة الهندوستان:** وتنقسم إلى مركزين هما (٢) و (٢a) شكل (١-٢)، المركز الأول (٢) ويشمل تايلاند وبورما ونشأ فيها حوالي ١٧ نوع نباتي أهمها: الأرز، القطن الأسيوي، الحمص، بعض أنواع قصب السكر، حشيشة

السودان، ويشمل المركز الثاني (٢a) الهند الصينية وجزر جاوة والفلبين ونشأ فيها حوالي ٥٥ نوع، من أهمها قصب السكر والقرطم والجوت.

ويبين شكل (١-٢) مراكز نشوء المحاصيل طبقا لنظرية فافيلوف.



شكل (١-٢). مراكز النشوء الثمانية للمحاصيل طبقا لنظرية فافيلوف.

٣- **منطقة وسط آسيا:** ويشمل شمال غربي الهند والبنجاب وأفغانستان وجنوب روسيا، ونشأ في هذا المركز حوالي ٣٦ نوع نباتي، أهمها: القمح الدارج (قمح الخبز) والشيلم والعدس والفول والحمص والجلبان والكتان وعباد الشمس.

٤- **منطقة الشرق الأدنى:** وتشمل تركيا وإيران والعراق، ونشأ في هذه المنطقة حوالي ٣٨ نوع نباتي ومن أهمها: الترمس والحلبة والسمسم والعدس وقمح المكرونة (القمح الدكر) والقمح وحيد الحبة والشعير والبرسيم الحجازي والكتان.

٥- **منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط:** وتشمل جنوب أوروبا وسوريا ولبنان، ونشأ فيها حوالي ٤٨ نوع نباتي أهمها: البرسيم المصري، الشعير، العدس، القمح، الشوفان، القمح الدكر، الفول.

٦- **منطقة أثيوبيا (الحبشة):** وتشمل أثيوبيا وإريتريا وتعتبر موطنا لحوالي ٣٨ نوع نباتي، أهما: الترمس، الحلبة، الحمص، الشعير، الذرة، بعض أنواع القمح، الكتان، الدخن والخروع.

٧- **منطقة جنوب المكسيك وأمريكا الوسطى:** وتشمل الأجزاء الجنوبية من المكسيك وجواتيمالا وكوستاريكا ونيكاراجوا، ونشأ في هذه المنطقة الدخن، الذرة الصفراء، القطن متوسط التيلة وطويل التيلة، الكتان، الدخن، الخروع والبطاطس.

٨- **منطقة أمريكا الجنوبية:** وتشمل ثلاثة مراكز ثانوية هي: أ- مركز بوليفيا والإكوادور(٨) (شكل (١-٢) ونشأ فيها محاصيل القطن طويل التيلة والدخان.، ب- مركز شيلي (٨a) ونشأ في هذا المركز البطاطس، جـ- مركز البرازيل وباراجواي (٨b) ونشأ فيها الفول السوداني.

الباب الثاني

محاصيل الحقل
أهميتها وتقسيمها وتسميتها
وعلم المحاصيل وفروعة

أ.د/ عبدالحميد حسانين

يعرف المحصول الحقلي Field crop بأنه كل نبات عشبي حولي يزرع في الحقل في مساحات كبيرة نسبيا للحصول منه على الثمار أو البذور أو الجذور أو السيقان أو أي جزء آخر من النبات يستخدمه الإنسان في أغراض معينة (ماعدا المحاصيل البستانية ومحاصيل الخضر).

ومن الجدير بالذكر، أن هناك بعض المحاصيل مثل الفول البلدي إذا زرعت لإنتاج البذور الجافة فإنها تدرج ضمن محاصيل الحقل، وإذا زرعت للإستهلاك الطازج فتدرج ضمن محاصيل الخضر.

أهمية محاصيل الحقل في إنتاج الغذاء وتحقيق الأمن الغذائي

إن أهم مشكلة تواجه العالم في الوقت الحاضر هي توفير الغذاء لكل إنسان حتى يضمن حياة آمنة وكريمة، ولذلك فيعتبر تحقيق الأمن الغذائي في أي دولة من أهم المشاكل التي تواجه حكومات كل الدول، وأن تحقيق الأمن الغذائي في أي دولة يعني وجود توازن بين الغذاء المنتج والغذاء اللازم للإستهلاك بواسطة السكان، أي وجود حالة اكتفاء ذاتي من الغذاء، فإذا كان هناك فجوة بين إنتاج الغذاء واستهلاكه في دولة ما فلابد من استيراد هذا النقص أو زيادة الإنتاج منه محليا. ومن الجدير بالذكر، أن هناك كثير من الدول لا يزال إنتاج الغذاء فيها لا يكفي لمواجهة الزيادة في عدد السكان.

وعموما- يحصل الإنسان على معظم غذائه من محاصيل الحقل وأهمها محاصيل الحبوب والبقول والزيت والسكر. كما أن المنتجات الحيوانية التي يتناولها الإنسان في غذائه يعتمد إنتاجها على محاصيل العلف والتي تعتبر الغذاء الرئيسي للحيوانات المنتجة لها.

ويبين جدول (٢-١) أهمية محاصيل الحقل في غذاء الإنسان، إذ تمد العالم بحوالي ٦٧% من جملة إحتياجاته من الغذاء.

جدول (٢-١). الإنتاج العالمي من المادة الجافة لتغذية الإنسان وكذلك البروتين*

المحاصيل	مادة جافة (طن متري×١٠^٧)	بروتين (طن متري×١٠^٦)	المحاصيل	مادة جافة (طن متري×١٠^٧)	بروتين (طن متري×١٠^٦)
محاصيل الحبوب			**المحاصيل البقولية والزيتية**		
القمح	٢٧.٥	٣٢.٩	فول الصويا	٤.٢	١٦.٧
الأرز	٢٦.٧	٢٣.٢	الفول السوداني	١.٦	٤.٨
الذرة الشامية	٢٣.٥	٢٤.٧	البسلة والفاصوليا	١.٣	٣.٥
الشعير	١١.٤	١١.٦	الفول	١.٥	٥.٤
الذرة الرفيعة والدخن	٨.٢	٧.٤	القطن (بذرة)	٢.٠	٧.٢
محاصيل أخرى	٧.٦	١.١	محاصيل أخرى	٤.٦	١٢.٤
المجموع	١٠٤.٩	١٠٠.٩	المجموع	١٠.٢	٣٥.٦
المحاصيل الجذرية			محاصيل الخضر	٢.٨	١.٣
البطاطس	٦.٦	٦.٠			
البطاطا واليام	٣.٩	٢.٩	محاصيل الفاكهة	٢.٥	١.٣
الكاسافا	٣.٤	٠.٨	**المنتجات الحيوانية**		
المجموع	١٣.٩	٩.٧	اللبن	٥.٢	١٤.٥
محاصيل السكر			اللحم	٢.٨	١٢.٦
قصب السكر	٤.٣(سكر)		البيض	٠.٥	٢.٥
بنجر السكر	٣.٠		السمك	١.٧	٨٥
المجموع	٧.٣		المجموع	١٠.٢	١٣.١

***عن الكتاب السنوي لمنظمة الأغذية والزراعة.**

كما تعتبر محاصيل الحقل مواد خام لعديد من الصناعات مثل صناعة الطحن في محاصيل الحبوب وعصر واستخراج الزيت من محاصيل الزيت وحليج وغزل ألياف القطن وصناع السكر من محاصيل السكر وغيرها عديد من الصناعات الهامة.

مما سبق يمكن القول بأن الخطوة الأساسية التي يجب اتباعها عند تحقيق الأمن الغذائي في الوقت الحاضر والمستقبل هو زيادة الإنتاج من محاصيل الحقل وأهمها محاصيل الحبوب والزيت والسكر والبقول.

وعموما- يمكن زيادة الإنتاج من محاصيل الحقل عن طريق:

أولا- التوسع الأفقي ثانيا- التوسع الرأسي

أولا- التوسع الأفقي

تبلغ مساحة محاصيل الحقل المنزرعة في العالم حوالي ١.٨٧مليار هكتار وأن هناك حوالي ١١.١ مليار هكتار غير صالحة للزراعة، ويمكن إستزراعها، ولذلك فإن إمكانية زيادة المساحة المنزرعة من محاصيل الحقل في العالم كبيرة وبالتالي يمكن زيادة الإنتاج الذي يكفي سكان العالم.

وعموما- يحاول الإنسان جاهدا إلى تحويل بعض الأراضي الزراعية الغير منتجة إلى أراضي منتجة عن طريق مشروعات استصلاح واستزراع هذه الأراضي.

وفي مصر، توجد فجوة غذائية بين الإنتاج والاستهلاك في معظم محاصيل الحقل الغذائية، وتعمل الدولة جاهدة على زيادة المساحة المنزرعة عن طريق استصلاح واستزراع أراضي جديدة وزراعتها بالمحاصيل الحقلية.

ثانيا- التوسع الرأسي

ويتم ذلك عن طريق زيادة كمية محصول وحدة المساحة عما هو عليه الآن، ويمكن الوصول إلى ذلك عن طريق إنتاج وزراعة أصناف محسنة عالية المحصول، وتطوير أساليب الزراعة المتبعة حاليا وخصوصا في الدول النامية.

وعموما- تأتي معظم الزيادة في إنتاج المحاصيل في السنوات الأخيرة من زياددة محصول وحدة المساحة من الأرض، بدون زيادة كبيرة في المساحة المنزرعة. وعلى سبيل المثال، عند مقارنة كمية محصول الذرة الشامية في أمريكا بمثيله في قارة أفريقيا نجد أن متوسط المحصول في قارة أفريقيا عام ٢٠٠٠ هو حوالي ١٤٤٤كجم/ هكتار، بينما يصل متوسط إنتاجية الهكتار في أمريكا إلى حوالي ٦١٣٨ كجم/ هكتار، وهكذا بالنسبة لبقية المحاصيل. وهذا

يدل على أنه يمكن زيادة إنتاجية وحدة المساحة في الدول النامية أضعاف ما هو عليه الآن، مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج من محاصيل الحقل في هذه الدول.

وفي مصر، بذلت وتبذل جهودا كبيرة من أجل النهوض بإنتاجية محاصيل الحقل من وحدة المساحة عن طريق استنباط أصناف جديدة عالية المحصول واتباع الأساليب الزراعية الحديثة. وعلى سبيل المثال، تم زيادة محصول الفدان من الذرة الشامية من ٦.٥ أردب للفدان في الفترة من ١٩٦٠ – ١٩٦٤م إلى ٢٨ أردب للفدان عام ٢٠١٨م عن طريق زراعة هجن جديدة عالية المحصول.

من كل ما سبق يمكن القول، بأن رصيد العالم من الموارد الأرضية والمائية والبشرية يستطيع أن يواجه السكان في العالم تصديقا لقوله تعالى "*وما من دابة في الأرض إلا على الله رزقها*"، ولكن يجب أن تبذل الجهود لاستغلال هذه الموارد استغلالا علميا سليما.

ومن الجدير بالذكر، أن هناك بعض الدول النامية التي كانت تعاني من الفقر والمجاعة مثل الهند وباكستان قد وصلت إلى الإكتفاء الذاتي في عديد من المحاصيل وأهمها محاصيل الحبوب.

تقسيم محاصيل الحقل Field crop classification

تتعدد طرق تقسيم محاصيل الحقل، وأهمها ما يلي:

أولا- تقسيم محاصيل الحقل على حسب القرابة النباتية

يعتمد هذا التقسيم أساسا على تركيب الزهرة لأنها العضو من النبات الذي لا يتأثر غالبا بالظروف البيئية بالمقارنة بالأجزاء الخضرية الأخرى للنبات مثل السيقان والأوراق.

وطبقا لهذا التقسيم أمكن تقسيم محاصيل الحقل على حسب إنتمائها إلى عائلات نباتية مختلفة وأهمها ما يلي:

١- **العائلة بواسي (النجيلية)** Fam. Poaceae (Gramineae) ويتبعها محاصيل الحبوب (القمح والشعير والأرز والذرة الشامية وغيرها)، كما تضم بعض محاصيل العلف مثل السورجم ومحاصيل السكر مثل القصب.

٢- **العائلة البقولية (الفولية)** Fam. Fabaceae (Leguminaseae): وتبعها كل محاصيل البقول الغذائية مثل الفول والعدس والترمس وغيرها، كما تضم محاصيل علف مثل البرسيم ولوبيا العلف.

٣- **العائلة الخبازية** Fam. Malvaceae: وتضم القطن والتيل.
٤- **العائلة الكتانية** Fam. Linaceae: وتضم الكتان.
٥- **العائلة المركبة** Fam. Compositae: وتضم عباد الشمس والقرطم.
٦- **العائلة الرمرامية** Fam. Chenopodiaceae: وتضم بنجر السكر.

ثانيا- تقسيم محاصيل الحقل على حسب المحصول الإقتصادي الذي تزرع من أجله

١- **محاصيل الحبوب** Cereal (Grain) crops: هي المحاصيل التي تزرع من أجل الحصول على حبوبها التي تستخدم أساسا في غذاء الإنسان مثل القمح والشعير والأرز والذرة الشامية والذرة الرفيعة والشوفان والراي والدخن.

٢- **محاصيل البقول الغذائية** Pulses (seed legumes): وتضم هذه المجموعة المحاصيل البقولية التي تزرع من أجل الحصول على بذورها التي يستخدمها الإنسان في غذائه مثل الفول والعدس والحمص والترمس والحلبة وتعتبر مهمة في تغذية الإنسان، إذ تعتبر مصدرا هاما للبروتين.

٣- **محاصيل الزيت** Oil crops: وهي المحاصيل التي تزرع من أجل الحصول على الزيت من بذورها مثل الفول السوداني والسمسم وفول الصويا وعباد الشمس والقرطم والكتان. وهناك المحاصيل التي يستخرج الزيت منها كناتج ثانوي مثل القطن (من بذرة القطن) والذرة الشامية (من جنين الحبة) ولكنها لا تعتبر من محاصيل الزيت.

٤- **محاصيل السكر** Sugar crops**:** تزرع هذه المحاصيل من أجل الحصول على السكر من سيقانها مثل قصب السكر والذرة الرفيعة السكرية ومن الجذور مثل بنجر السكر ومن الأوراق مثل الإستيفيا.

٥- **محاصيل الألياف** Fiber crops**:** وهي المحاصيل التي تزرع من أجل استخراج الألياف البذرية (القطن) أو الألياف اللحائية (الكتان) والتي يستخدمها الإنسان في صناعة المنسوجات والحبال وغيرها.

٦- **محاصيل طبية (صيدلانية)** Medical crops**:** وهي المحاصيل التي تزرع من أجل الحصول على مواد لها إستعمال طبي مثل الخروع.

٧- **محاصيل العلف الأخضر** Forage crops: تزرع هذه المحاصيل بغرض استخدامها في تغذية الحيوانات إما مباشرة أو بعد تحويلها إلى سيلاج مثل البرسيم المصري أو البرسيم الحجازي أو حشيشة السودان أو الدخن.

٨- **محاصيل المطاط** Rubber crops: وهذه المحاصيل تزرع من أجل الحصول على المطاط الطبيعي مثل نبات الجوايول Guayule (يزرع في

المكسيك وجنوب الولايات المتحدة) ونبات Hevea (يزرع في امريكا الجنوبية) ونبات اللاندولفيا (يزرع في غرب أفريقيا). ولا تزرع هذه النباتات في مصر في الوقت الحاضر على نطاق تجاري.

٩- **محاصيل الصبغات** Pigment crops: وتزرع هذه المحاصيل من أجل الحصول على بعض الصبغات النباتية مثل الحناء.

ثالثا- تقسيم محاصيل الحقل على حسب موسم النمو

١- **محاصيل صيفية:** تزرع هذه المحاصيل في أوائل الربيع وتقضي معظم فترة نموها في الصيف وتنضج في أوائل الخريف. وأهمها محاصيل الأرز والقطن والذرة الشامية وفول الصويا والذرة الرفيعة.

٢- **محاصيل شتوية:** تزرع هذه المحاصيل في الخريف (أكتوبر ونوفمبر) وتقضي معظم نموها في الشتاء وتنضج في الربيع مثل القمح والشعير والبرسيم والفول.

٣- **محاصيل صيفية متأخرة (نيلية):** تزرع هذه المحاصيل في آخر الصيف (يوليو وأغسطس) وتنضج في الخريف (أكتوبر ونوفمبر) مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة.

رابعا- تقسيم المحاصيل على حسب الاستعمال الزراعي الخاص

هناك بعض المحاصيل التي تتميز بأن لها استعمالات زراعية خاصة بالإضافة إلى استعمالها الإقتصادي الأساسي، ويمكن تقسيم المحاصيل حسب هذه الاستعمالات إلى:

١- **محاصيل التحميل** Intercropping crops: وهذه المحاصيل تزرع محملة على محصول رئيسي بطئ النمو، مثل البصل مع القطن والفول والحمص مع القصب وفول الصويا مع الذرة الشامية بهدف زيادة العائد الاقتصادي من وحدة المساحة (الفدان).

٢- **محاصيل التغطية** Cover crops: تزرع هذه المحاصيل بغرض حفظ الأرض الزراعية وحمايتها من التعرية لما تتميز به من نموها السريع والكثيف. وبعد فترة من النمو تحرث هذه المحاصيل وتقلب في التربة، وتعتبر في هذه الحالة محاصيل تسميد أخضر.

٣- **محاصيل السيلاج** Silage crops: وهذه المحاصيل تزرع من أجل حصادها في طور معين من نموها، واستخدامها في عمل السيلاج لتغذية

الحيوان عند الحاجة، وأهمها الذرة الشامية والذرة الرفيعة والبرسيم والشعير ولوبيا العلف وغيرها.

٤- **محاصيل التسميد الأخضر** Green manure crops: تزرع هذه المحاصيل بغرض حرثها وقلبها في الأرض، لزيادة خصوبة التربة، وتفضل المحاصيل البقولية لهذا الغرض لارتفاع محتواها من عنصر النيتروجين مثل البرسيم والترمس، كما تستخدم أيضا بعض المحاصيل النجيلية لهذا الغرض مثل الشعير والشوفان.

خامسا- تقسيم المحاصيل على حسب مدة مكثها في الأرض (دورة حياتها)

تقسم محاصيل الحقل من حيث مدة مكثها في الأرض من وقت الزراعة حتى النضج إلى:

أ- محاصيل حولية

هي المحاصيل التي تمكث في الأرض موسم زراعي واحد في السنة، حيث تزرع وتنمو خضريا وثمريا خلال نفس موسم الزراعة، وتقسم هذه المحاصيل إلى: ١- محاصيل حولية صيفية مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والأرز، حيث تزرع في الربيع وتنضج في الخريف. ٢- محاصيل حولية شتوية مثل القمح والشعير والعدس والفول حيث تزرع في الخريف وتنضج في الربيع.

ب- محاصيل ثنائية الحول

هي المحاصيل التي تكمل دورة حياتها خلال عامين، ففي العام الأول تنمو نموا خضريا وفي العام الثاني تنمو نموا ثمريا. مثل نباتات بنجر السكر والبصل.

ومن الجدير بالذكر، أن نباتات البنجر إذا زرعت من أجل الحصول على الجذور لاستخراج السكر فإنها تعامل معاملة النباتات الحولية، أما إذا زرعت من أجل الحصول على البذور فإنها تعامل معاملة النباتات ثنائية الحول، حيث يجب أن تبقى في التربة عاما آخر كي تزهر وتكون بذور (راجع الباب الرابع).

جـ- محاصيل معمرة

وهي المحاصيل التي تمكث في الأرض أكثر من عامين، وقد تعطي بعض هذه المحاصيل بذورا في العام الأول من زراعتها وكذلك في الأعوام التالية، وفي بعض المحاصيل المعمرة التي تتكاثر بالريزومات، أو الأبصال

أو أجزاء من الساق، قد يموت الجزء الخضري من النباتات أو يحش أو ترعاه الماشية، ثم ينمو من جديد مثل قصب السكر والبرسيم الحجازي.

التسمية العلمية للمحاصيل

تنتمي نباتات محاصيل الحقل إلى عائلات نباتية مختلفة كما سبق أن ذكرنا، ويتكون اسم المحصول من شقين، الشق الأول هو اسم الجنس Genus الذي ينتمي إليه المحصول، والشق الثاني هو اسم النوع Species. وعلى سبيل المثال، نبات القمح الذي يتبع العائلة بواسي (النجيلية) Poaceae (Gramineae) يسمى *Triticum aestivum* أي يتبع النوع *aestivum* الذي ينتمي إلى الجنس *Triticum* وهو أحد الأجناس التابعة للعائلة Poaceae.

ومن الجدير بالذكر، أن الجنس الواحد يضم عددا من الأنواع النباتية التي تتشابه في تركيبها ونشأتها ولكنها قد تختلف في عدد الكروموسومات، كما أن التهجين بينهما لا يعطي هجنا خصبة. ويضم النوع الواحد عددا من الطرز أو الأصناف التي تشترك معا في الصفات العامة للنوع، ويمكن تهجينها معا وتعطي هجنا خصبة. وعلى سبيل المثال، نوع القمح aestivum يتبعه كثير من الأصناف مثل جيزه ١٦٥ وسدس ٦ وجميزة ٥ وغيرها.

والصنف Variety عبارة عن مجموعة من النباتات تنتمي إلى نوع نباتي معين وتشترك معا في العديد من الصفات والتي تميزها عن الأصناف الأخرى. وقد يطلق على الصنف إسم Cultivar أي صنفا زراعيا، إختصار لكلمتي Cultivated variety.

ويلي اسم النوع اسم العالم الذي سمى النبات بهذا الإسم، وإذا اكتشف عالم آخرخطأ هذه التسمية، فإنه يكتب الحرف الأول من اسم العالم الذي سماه أولا بين قوسين، ثم يلي ذلك اسم العالم الثاني الذي سمى النبات بعد العالم الأول، والمثال على ذلك *Sorghum bicolor (L.) Moench* الذرة الرفيعة للحبوب.

نشأة علم المحاصيل

لقد بدأ الإنسان في إنتاج المحاصيل منذ زمن بعيد عن طريق إستئناس النباتات النافعة له والتي يستخدمها في غذائه مثل القمح والشعير وغيرها، ولكنه لم يستخدم في عملية إنتاجها قواعد معينة، وبمرور الزمن بدأت تتجمع لدى الإنسان الكثير من المعلومات نتيجة للممارسات الطويلة في زراعة هذه المحاصيل وتحسينها، ولكنها لم تتم على أسس وقواعد علمية. وقد استمر هذا الوضع لفترة طويلة من الزمن حتى بدأت النهضة العلمية منذ ٢٠٠ سنة مضت تقريبا والتي اعتمدت في الحصول على المعلومات من نتائج البحوث التجريبية والتي صممت بهدف حل مشاكل معينة في إنتاج محاصيل الحقل، وعندئذ تحول إنتاج المحاصيل من الإعتماد على الخبرة والممارسات الشخصية المكتسبة إلى علم مبني على أصول وقواعد علمية مبنية على نتائج الأبحاث العلمية بواسطة باحثين متخصصين وسمي بـ"علم المحاصيل Agronomy".

ويعرف علم المحاصيل بأنه العلم الذي يهتم بدراسة كل ما يتعلق بإنتاج المحاصيل من ظروف جوية وأرضية أو هو العلم الذي يبين طرق وأسس إنتاج المحاصيل الحقلية.

ونتيجة لأهمية محاصيل الحقل في إمداد العالم بحوالي ٦٧% من جملة احتياجاته من الغذاء كما سبق أن ذكرنا (جدول ٢-١). فقد زاد الاهتمام بعلم المحاصيل، حيث أنشئت العديد من محطات البحوث الزراعية المجهزة بالمعامل وحقول التجارب وزودت بكثير من الباحثين المختصين.

ومن الجدير بالذكر، أنه في عام ١٨٤٣م تأسست أول محطة تجارب زراعية في العالم في روثاميستد Rothamested في انجلترا، وفي عام ١٨٧٥م أنشئت أول محطة تجارب زراعية في الولايات المتحدة في Middeltown في ولاية Connecticut ، ثم تبع ذلك إنشاء محطات أخرى في ولايات أخرى، ولقد كانت هذه المحطات في بادئ الأمر محطات للإرشاد الزراعي، ثم تطورت إلى أن أصبحت محطات لإجراء الأبحاث العلمية بغرض حل المشاكل الزراعية وزيادة الإنتاج من المحاصيل المنزرعة.

فروع علم المحاصيل

بتقدم العلوم وتشعب التخصصات، فقد انقسم علم المحاصيل إلى عدد من التخصصات الرئيسية والتي ترتبط مباشرة بإنتاج المحاصيل وهي:

١- إنتاج المحاصيل Crop production

ويهتم هذا الفرع بدراسة طرق ورعاية المحاصيل للوصول إلى أنسب العمليات الزراعية اللازمة للوصول إلى أعلى محصول من المحصول المنزرع.

٢- تحسين (تربية) المحاصيلCrop improvement

يختص هذا الفرع باستنباط أصناف جديدة من المحاصيل عالية المحصول ومقاومة للظروف البيئية المعاكسة (السيئة) مثل الجفاف والملوحة والآفات وغيرها، وذلك باستخدام طرق التربية المختلفة (راجع الباب الخامس عشر).

٣- فسيولوجيا المحاصيل Crop physiology

يهتم هذا الفرع بدراسة نمو وتكشف نباتات محاصيل الحقل خلال دورة حياتها وتأثير العوامل البيئية المختلفة عليها وذلك تحت الظروف الطبيعية لنموها في الحقل في مجموعات (عشائر) نباتية وليس نباتات فردية، وكيفية الاستفادة من ذلك في زيادة كمية المحصول من المحصول المنزرع.

٤- تكنولوجيا المحاصيل Crop technology

يختص هذا الفرع بدراسة جودة المنتجات المحصولية والعوامل البيئية المؤثرة عليها ووسائل تحسينها.

٥- تصميم وتحليل التجارب الزراعية Experimental design and analyses

يختص هذا الفرع بدراسة أنواع التجارب الزراعية واستخدام البرامج الإحصائية في تحليل البيانات والأخطاء في التجارب الزراعية ومصادرها.

الباب الثالث

نمو نباتات محاصيل الحقل

Growth of field crops

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

النمو عبارة عن الزيادة المستمرة والغير عكسية في الوزن أو الحجم أو كليهما، كما يعرف أيضا بأنه عبارة عن انقسام الخلايا وزيادتها في الحجم، بينما يعرفه المشتغلون بإنتاج وفسيولوجيا المحاصيل بأنه، عبارة عن الزيادة في وزن المادة الجافة التي يكونها النبات، وذلك لأهمية المادة الجافة من الناحية الاقتصادية لمنتج المحاصيل. وبالإضافة إلى المادة الجافة، يمكن استخدام ارتفاع النبات، ومساحة السطح الورقي، كمقياس لمعدل النمو .

عموما- لا يحدث النمو تحت الظروف العادية إلا عندما تزيد ناتجات التمثيل الضوئي عن تلك التي تستهلك في التنفس، أما إذا حدث العكس، فهذا يعني أن استهلاك الغذاء في عملية التنفس يفوق عملية تكوينه في عملية البناء الضوئي، وإذا استمرت هذه الحالة فإن النبات يتوقف عن النمو وقد يموت في النهاية.

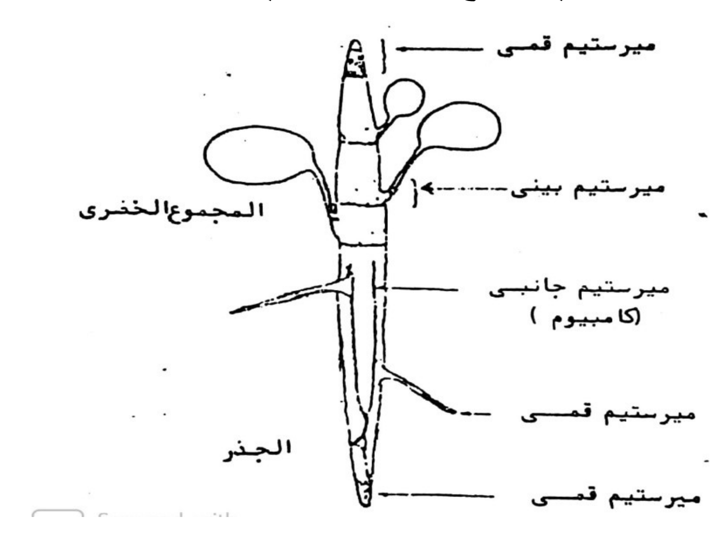
الميرستيمات Meristems

إن نمو النباتات الذي يحدث نتيجة لإنقسام الخلايا وتكوين خلايا جديدة تكبر في الحجم لا يحدث في جميع أجزاء النبات، ولكن يحدث في أنسجة معينة يطلق عليها "الميرستيمات" والمناطق التي توجد بها هذه الميرستيمات يطلق عليها "مناطق النمو Growth regions". وتنقسم الميرستيمات الموجودة في النبات على حسب موضعها بالنبات إلى:

١- الميرستيم القمي Apical meristem ويوجد في قمم السيقان والجذور، وبعض أوراق النباتات، ويسبب زيادة النمو الطولي لهذه الأعضاء (شكل ٣-١).

٢- **الميرستيم البيني Intercalary meristem** ويوجد عادة بين نسيجين مستديمين في أعضاء معينة من النبات، والمثال على ذلك، الميرستيم البيني الذي يوجد بين العقدة والسلامية، في النباتات النجيلية، مثل الذرة والقمح والقصب وغيرها.

٣- **الميرستيم الجانبي Lateral meristem** هذا الميرستيم ينتج خلايا جديدة تسبب زيادة سمك العضو النباتي، والمثال على ذلك، الكامبيوم الوعائي والذي يتكون منه اللحاء الثانوي للخارج والخشب الثانوي للداخل.



شكل (٣-١) الميرستيمات النباتية

ارتباطات النمو Growth correlations (Allometry)

إن نمو كل عضو من أعضاء نبات ما، يتأثر بالعمليات الفسيولوجية السائدة والموجودة في عضو أو أعضاء أخرى على نفس النبات، وعلى سبيل المثال، يتأثر النمو الخضري لكثير من النباتات أثناء فترة النمو الثمري، كما يتأثر حجم المجموع الجذري بكفاءة التمثيل الضوئي للأوراق. وبذلك فقد يؤثر نمو عضو نباتي على نمو عضو آخر على نفس النبات. وأن العلاقة بين معدلات نمو الأجزاء المختلفة لعضو معين من أعضاء النبات (مثل العلاقة بين طول وعرض الورقة، والعلاقة بين طول وقطر الثمرة)، أو بين الأجزاء المختلفة للنبات (مثل العلاقة بين المجموع الخضري والمجموع الجذري)، يطلق عليها "ارتباطات النمو Allometry".

وعموما – يهتم منتج محاصيل الحقل بارتباطات النمو الآتية:

١. نسبة المجموع الخضري إلى المجموع الجذري.
٢. نسبة النمو الخضري إلى النمو الثمري.
٣. النمو القمي والنمو الجانبي.
٤. المحصول الاقتصادي والمحصول البيولوجي.
٥. النمو والتخصص.

١- النسبة بين المجموع الخضري إلى المجموع الجذري

نسبة المجموع الخضري إلى المجموع الجذري تعتبر ذات دلالة فسيولوجية، إذ أنه يمكن أن يعطي دلالة على مقاومة النباتات للجفاف والملوحة، حيث وجد أن نباتات الذرة الرفيعة الحبوب الأكثر مقاومة للجفاف تميزت بنسبة مجموع جذري إلى مجموع خضري عالية. كما تعتبر نسبة المجموع الخضري إلى المجموع الجذري ذات أهمية لمنتج المحاصيل الجذرية والدرنية، والتي فيها تعتبر الجذور والدرنات هي المحصول الإقتصادي. ولقد وجد أن التسميد الأزوتي يؤدي إلى زيادة نسبة المجموع الخضري إلى المجموع الجذري.

٢- نسبة النمو الخضري إلى النمو الثمري

يهتم منتج المحاصيل الثمرية، مثل محاصيل الحبوب (الذرة والقمح وغيرها) ومحاصيل البقول (الفول، العدس، الترمس وغيرها)، بنسبة المجموع الخضري إلى المجموع الثمري. ويهدف منتج المحاصيل إلى زراعة أصناف تتميز بارتفاع نسبة المجموع الثمري إلى المجموع الخضري.

وعموما- - يؤدي ارتفاع محتوى الرطوبة بالتربة النامي فيها النبات عن الحد الأمثل إلى زيادة نسبة وزن المجموع الخضري إلى المجموع الثمري للمحصول، كما تؤدي زيادة التسميد الأزوتي إلى زيادة النمو الخضري ونقص النمو الثمري، كما هو الحال في القطن ومحاصيل البقول والمحاصيل الجذرية وغيرها.

٣- العلاقة بين النمو القمي والنمو الجانبي

إن النباتات المختلفة تتخذ شكلا مميزا لها، ويرجع ذلك بدرجة كبيرة إلى نمو كلا من البراعم القمية والجانبية. وفي بعض النباتات لا تنمو البراعم الجانبية مادام البرعم الطرفي محتفظا بقوته ومستمرا في النمو، مسببا النمو في الطول، وإذا أتلف هذا البرعم الطرفي أو أزيل صناعيا فإن النمو يبدأ عادة

في الحال من برعم جانبي أوأكثر، وهذا التأثير المثبط الذي يسببه البرعم الطرفي على نمو البراعم الجانبية يكون بسبب ما يسمى بـ"السيادة القمية Apical dominance".

وعموما – ينتج النمو الخضري الجانبي نتيجة لنمو البراعم الموجودة في إبط الأوراق، إذ تنشط البراعم الموجودة في آباط الأوراق القريبة من سطح الأرض وتكون أفرعا كما هو الحال في نباتات الحمص والترمس وغيرها. أما في المحاصيل النجيلية مثل القمح والأرز وغيرها، فتنشط البراعم الموجودة أسفل سطح التربة مباشرة في منطقة التاج الجذري Crown، وتكون أفرعا او أشطاء Tillers، وقد تتكون أفرعا خضرية من البراعم الموجودة في أي موضع على الساق في بعض النباتات.

ويؤدي نمو هذه البراعم الإبطية وتكوين نموات خضرية (أفرعا) إلى ملئ الفراغات الموجودة بين النباتات، وهذه صفة هامة في إنتاج المحاصيل، إذ أنه في حالة نقص نسبة إنبات التقاوي تحت ظروف معينة وغياب بعض النباتات، فإن النمو الجانبي يعمل على ملئ الفراغ الذي ينجم عن غياب هذه النباتات، أي أن النباتات عن طريق النمو الجانبي يكون لها قدرة تعويضية على ملئ هذه الفراغات. وهنا تجدر الإشارة إلى أن النمو القمي وحده لا يؤدي هذا الغرض.

٤ـ النسبة بين المحصول الإقتصادي والمحصول البيولوجي

المحصول البيولوجي Biological yield: هو عبارة عن كمية المادة الجافة الكلية التي يكونها النبات.

المحصول الإقتصادي Economic yield: هو عبارة عن وزن او حجم أعضاء النبات التي تكون المنتج الإقتصادي او الزراعي . وعلى سبيل المثال ، تعتبر الحبوب هي المحصول الاقتصادي في محاصيل الحبوب والالياف هي المحصول الاقتصادي في محاصيل الالياف والجذور في بنجر السكر. وأن النسبة بين المحصول الإقتصادي والمحصول البيولوجي يطلق عليها دليل الحصاد Harvest index. ويحسب من المعادلة الاتية :

$$\text{دليل الحصاد} = \frac{\text{المحصول الاقتصادى}}{\text{المحصول البيولوجي}} \times ١٠٠$$

ويعتبر دليل الحصاد من الصفات الهامة التي يجب ان تؤخذ في الاعتبار عند الانتخاب لمحصول الحبوب المرتفع حيث وجد ان الزيادة في محاصيل الحبوب الصغيرة مثل القمح والشعير والأرز وغيرها ترجع أساسا الي الزيادة في دليل الحصاد، وهذا ينطبق على كثير من المحاصيل الزيتية والبقولية مثل الفول السوداني .

٥- النسبة بين النمو وتخصص (تمييز) الخلايا

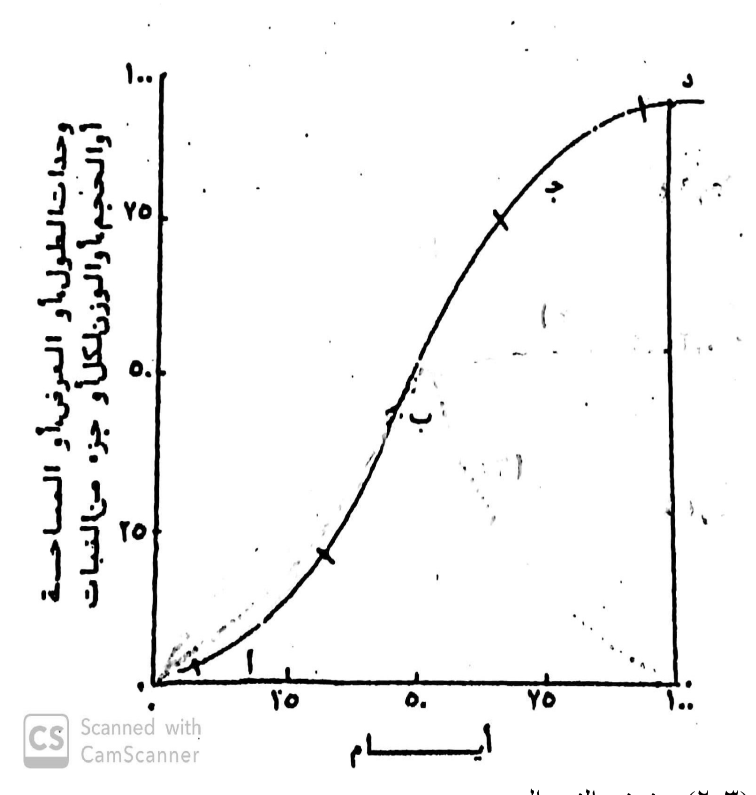
إن تكوين النبات ينتج عن عمليات النمو والتخصص معا كما سبق أن ذكرنا، والتي تؤدي إلى تكوين المادة الجافة بالنبات والتي بدورها تدخل في تكوينه. وأن العامل الأساسي اللازم لعملية التخصص هو وجود ناتجات تمثيل ضوئي زائدة عن احتياجات نمو النبات، وهذا يحدث عندما يكون النقص في معدل النمو أكبر من النقص في معدل التمثيل الضوئي، وذلك بفرض توافر درجات الحرارة المثلى والإنزيمات اللازمة. ومن عمليات تخصص الخلايا هي زيادة سمك جدر الخلايا، وتجمع مواد معينة بالخلايا (مثل القلويدات والنشا والسكر وغيرها). ومن العوامل التي تؤدي إلى نقص النمو بمعدل أكبر من التمثيل الضوئي، هي نقص الماء والنيتروجين، إذ أن تعرض النباتات إلى نقص هذه العوامل ينتج عنه فائض في ناتجات التمثيل الضوئي، وهذا يؤدي إلى عملية تخصص الخلايا وإنتاج نواتج محصولية ذات صفات معينة.

يتضح مما سبق، أن إنتاج نواتج محصولية ذات نوعية معينة، يحتاج إلى تطبيق عمليات زراعية معينة، والتي من شأنها تحقيق التوازن المناسب بين النمو والتخصص، إذ أن النمو ضروري ولكن يجب ألا يشجع بدرجة كبيرة حتى لا يعيق عمليات التخصص، وعلى سبيل المثال، فإنه للحصول على محصول مرتفع من السكروز في المحاصيل السكرية مثل قصب السكر وبنجر السكر، أوالزيت في المحاصيل الزيتية فإنه يجب العناية بعمليات الري والتسميد في المراحل الأولى من حياة النبات، وذلك بغرض تشجيع النمو الخضري للنباتات، أي تكوين جهاز تمثيل ضوئي كبير، وأعضاء تخزين أثناء فترة النمو الخضري والتي تحتاج إلى معظم طول موسم النمو، وكذلك تجميع كمية كبيرة من المادة الجافة أثناء المراحل الأولى من حياة النبات، وهذه المواد المتجمعة تساهم في تكوين المحصول الاقتصادي.

كما ان محاصيل الحبوب الصغيرة مثل القمح والأرز والتي تنمو تحت ظروف محتوى الماء الأرضي والتسميد الازوتى المرتفع عن الحد الأمثل ، تكون السيقان ضعيفة ذات خلايا رقيقة الجدر وهذا يؤدي الي رقاد النباتات .

منحنى النمو Growth curve

إن معدل نمـو أي نبـات خـلال دورة حياتـه (مـن الإنبـات حتـى النضـج) لا يكون ثابتا باستمرار ولكن يأخذ شكل الحرف (S) أو مـا يعرف بـــ "المنحنـى السـيجمويدي Sigmoid curve"، حيـث أنــه إذا وقعـت وحـدات الطـول أو العرض أو الوزن لكل أو جزء من النبـات مقابـل الـزمن علـى رسم بيـاني فإننـا نحصل لكل صفة من هذه الصفات على منحنـى علـى شكل الحـرف S كمـا هـو مبين بالشكل (٣-٢).



شكل (٣-٢). منحنى النمو السيجمويدي.

أ- المرحلة الأسية، ب- المرحلة الخطية،

جـ- المرحلة الأسية المتضائلة (الهابطة) ، د- المرحلة الثابته

ويلاحظ في هذا المنحنـى ان المرحلـة الأولـى مـن حيـاة النبـات يكـون النمـو فيها بطيئا (مرحلة البادرات)، تليها مرحلة نمو خضـري سريع، ثم يقل النمـو تـدريجيا فـي بدايـة الازهـار ثـم يثبت عنـد مسـتوي معين، ويطلـق علـى هـذه المرحلة الثابتة " النضج الفسيولوجي " .

العوامل المؤثرة على نمو نباتات المحاصيل

تؤثر كثير من العوامل على نمو نباتات محاصيل الحقل ويمكن تقسيمها الى :

أولا- العوامل البيئية الغير حيوية Abiotic وهذه تشمل:

أ- العوامل المناخية وأهمها الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة والغازات.

ب- العوامل الأرضية وأهمها: قوام التربة ومحتواها من العناصر المعدنية والمادة العضوية ورقم حموضتها وغيرها.

وسوف نناقش أهم هذه العوامل في الأبواب التالية.

ثانيا- العوامل الحيوية Biotic وهذه تشمل العلاقة المتبادلة بين نباتات المحاصيل والكائنات الحية الأخرى الموجودة في بيئة النمووقد تكون هذه العلاقة ايجابية أو سلبية بالنسبة للمحصول

وسوف نناقش هذه العوامل في أبواب اخرى من هذا الكتاب.

ثالثا- العوامل الخاصة بالنبات وأهمها العوامل الوراثية وكفاءة إعتراض الأشعة الشمسية وتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيماوية (مواد عضوبة)، وسوف نوضح ذلك فيما يلي باختصار.

كفاءة اعتراض الكساء الخضري (المجموع الخضري) للأشعة الشمسية وإنتاج المادة الجافة في محاصيل الحقل

إن المحصول الكلي من المادة الجافة التي تكونها نباتات المحاصيل ينتج عن تجميع صافي معدل التمثيل الضوئي أثناء موسم النمو، والذي يتأثر أساسا بكفاءة الكساء الخضري في اعتراض الأشعة الشمسية الساقطة عليه وكذلك كفاءة الإستفادة من الطاقة الضوئية الممتصة في تثبيت غاز ثاني أكسيد الكربون في عملية التمثيل الضوئي.

العوامل المؤثرة على كفاءة الكساء الخضري في اعتراض الأشعة الشمسية

تؤثر كثير من العوامل الخاصة بالنبات على كفاءة الكساء الخضري لنباتات محاصيل الحقل، في اعتراض الأشعة الشمسية الساقطة عليه وأهمها ما يلي:

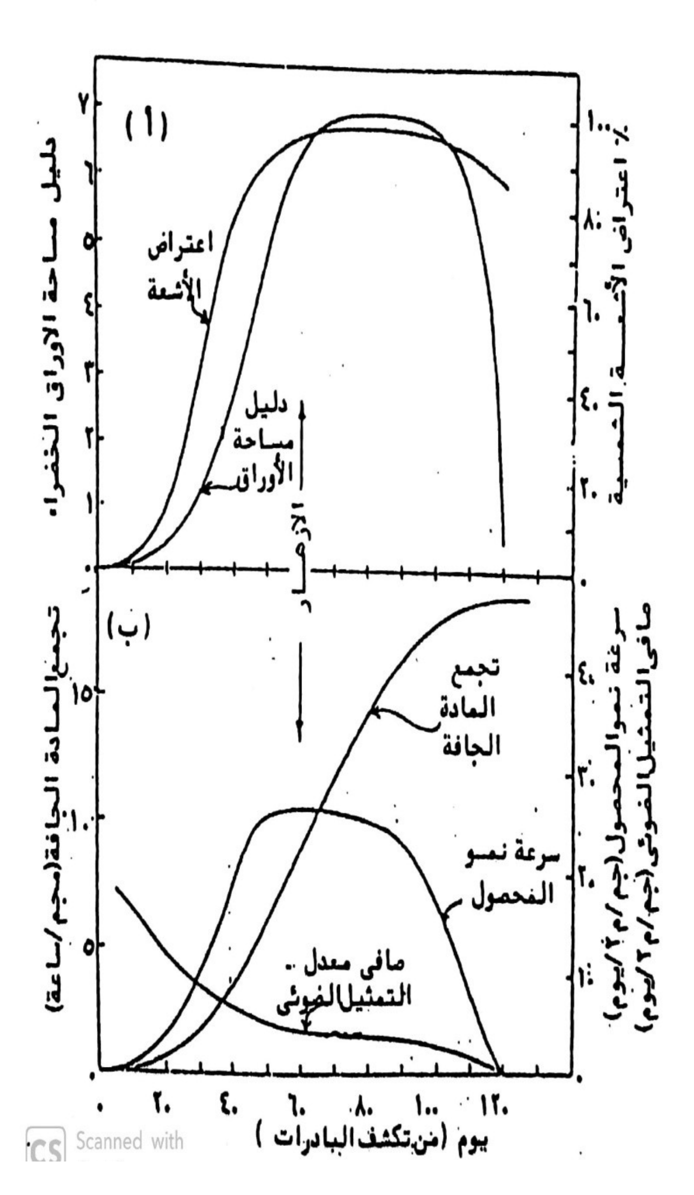
١- مساحة السطح الورقى ودليل مساحة الأوراق .
٢- زاوية الورقة على الساق .
٣- كثافة النباتات .
٤- توزيع النباتات في الحقل .

أولا- تأثير مساحة السطح الورقي ودليل مساحة الأوراق

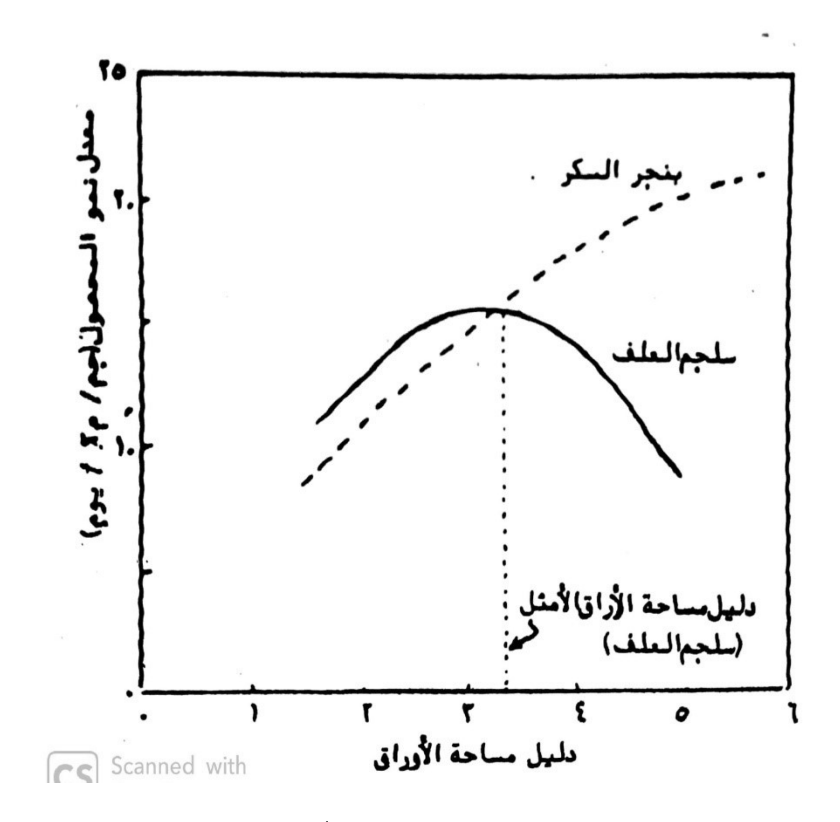
تعتبر الأوراق هي أعضاء النبات الرئيسية التي تقوم باعتراض الأشعة الشمسية وبالتمثيل الضوئي في نباتات المحاصيل، ولذلك يزداد اعتراض الأشعة الشمسية بزيادة مساحة السطح الورقي، وتحت ظروف الحقل تكون مساحة السطح الورقي لكل نبات مرتبطة بمسافات الزراعة أو المساحة التي يشغلها النبات، ولذلك فقد استعمل اصطلاح دليل مساحة الأوراق للتعبير عن كفاءة النبات في تغطية مساحة معينة من سطح الأرض، كما سبق أن ذكرنا والذي يؤثر على اعتراض الأشعة الشمسية.

ولقدوجد أن معدل نمو المحصول يزداد بزيادة دليل مساحة الأوراق بتقدم النباتات في العمر حتى يصل دليل مساحة الأوراق إلى قيمة معينة عندها يعترض الكساء الخضري للمحصول حوالي ٩٥% من الأشعة الضوئية الساقطة عليه (شكل ٣-٣) كما يصل معدل نمو المحصول إلى أعلى قيمة له أيضا. ويطلق على دليل مساحة الأوراق عند هذه النقطة بدليل مساحة الأوراق

الأمثل Optimum leaf area index ، وإذا زاد ديل مساحة الأوراق عن ذلك فإن معدل نمو المحصول ينخفض (شكل ٣-٤) لأن تظليل الأوراق لبعضها يزداد، مما يؤدي إلى نقص تمثيلها الضوئي وخصوصا الأوراق السفلى على النبات.



شكل (٣-٣) علاقة دليل مساحة الأوراق باعتراض الأشعة الشمسية الساقطة على الكساء الخضري ومعدل نمو المحصول وإنتاج المادة الجافة أثناء فصل نمو نبات من نباتات محاصيل حبوب محدود النمو (عن حسانين ٢٠٢٠).



شكل (٣-٤)علاقة معدل نمو المحصول بدليل مساحة الأوراق في نباتات شلجم العلف وبنجر السكر، لاحظ أن نباتات شلجم العلف تظهر دليل مساحة أوراق أمثل (واتسون، ١٩٥٨).

وهناك بعض المحاصيل تتميز بدليل مساحة أوراق حرج Critical leaf area index وفيها تحدث زيادة طفيفة في معدل نمو المحصول بزيادة دليل مساحة الأوراق عن هذه النقطة التي يعترض فيها الكساء الخضري ٩٥% من الأشعة الشمسية الساقطة عليه (شكل ٣-٤).

وعموما- في حالة كلا من المحاصيل التي تتميز بدليل مساحة أوراق أمثل ودليل مساحة أوراق حرج، فإنه يجب على منتج المحاصيل العمل على الوصول بدليل مساحة الأوراق للمحصول المنزرع والذي عنده يعترض ٩٥% من الأشعة الشمسية الساقطة عليه للحصول على أعلى معدل نمو وأعلى محصول.

ولقد وجد عموما أن دليل مساحة أوراق يتراوح بين ٣-٥ يعتبر ضروريا للوصول إلى اعتراض ٩٥% من الأشعة الشمسية الساقطة على المجموع الخضري، وكذلك أعلى إنتاج من المادة الجافة في معظم نباتات محاصيل الحقل، متوقفا ذلك على نوع النبات وزاوية الورقة على الساق وشدة الإضاءة، ولكن في محاصيل العلف الأخضر والتي تزرع من أجل الحصول على محصولها الخضري فيجب الحصول على دليل مساحة أوراق أعلى من ذلك قد يصل إلى أكثر من ٧.

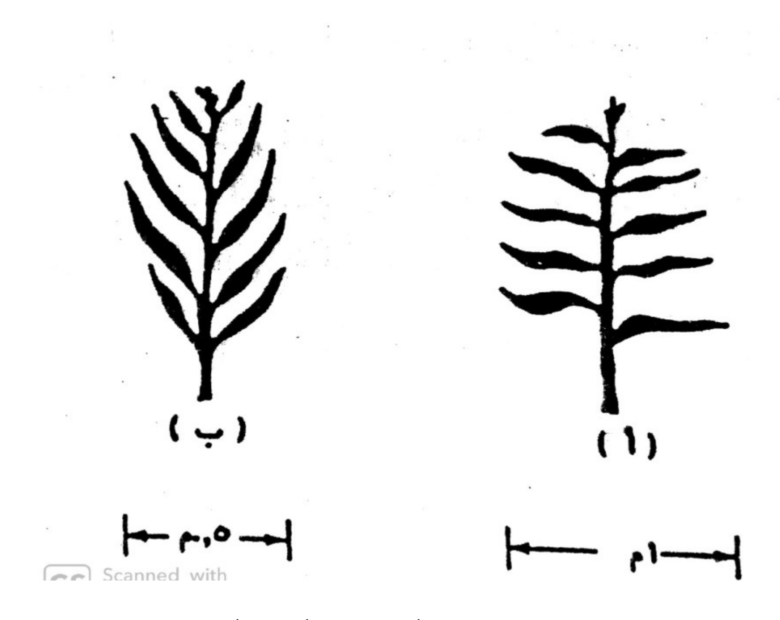
وعموما- تحت ظروف الحقل يكون دليل مساحة الأوراق للبادرة الحديثة العمر صغيرا (أقل من الواحد الصحيح عادة) ثم تزداد قيمته بتقدم النبات في العمر (شكل ٣-٣)، ومن هنا جاءت فكرة تحميل محاصيل سريعة النمو في بداية حياتها مثل الفول على محصول رئيسي بطئ النمو في بداية حياته مثل القصب لزيادة كفاءة استغلال الطاقة الضوئية الساقطة على الأرض وتحويلها إلى محصول اقتصادي بواسطة المحصول الثانوي قبل أن يغطي الكساء الخضري للمحصول الرئيسي الأرض ويصل إلى دليل مساحة الأوراق الأمثل، وهذا يؤدي إلى زيادة كفاءة استغلال الأرض وزيادة العائد الإقتصادي من وحدة المساحة.

ثانيا- تأثير زاوية الورقة على الساق Leaf angle

تؤثر زاوية الورقة على الساق على كفاءة اعتراض الكساء الخضري للأشعة الشمسية الساقطة عليه، حيث وجد ان المجموع الخضري ذو الأوراق القائمة والذي تكون فيه زاوية الورقة على الساق حوالي ٨٥° من المستوى الأفقى ذو قدرة اكبر على اعتراض الاشعة الشمسية الساقطة عليه بالمقارنة بالكساء الخضري ذو الأوراق الافقية والذي تكون فيه زاوية الورقة على الساق اقل من ٣٥° . ويرجع ذلك الي ان الأوراق القائمة تسمح بنفاذ كمية كبيرة من الضوء الى الأوراق السفلي للنبات .

ولقد وجد ان زاوية الورقة تعتبر احد العوامل الرئيسية المسؤولة عن زيادة المحصول في بعض المحاصيل ومنها الشعير والذرة الشامية والأرز وغيرها، حيث وجد ان الأصناف العالية المحصول من هذه المحاصيل تتميز بالأوراق القائمة (تقريبا ٨٥°) أما الأصناف منخفضة المحصول تكون ذات أوراق افقية.

وهنا تجدر الإشارة الي ان الأوراق القائمة تكون ذات تأثير وفعالية اكبر على زيادة المحصول عندما يكون دليل مساحة الأوراق عاليا ، وهذا يتطلب زراعة مثل هذه الأصناف ذات الأوراق القائمة بكثافة نباتية عالية نسبيا عن الأصناف ذات الأوراق الافقية ويبين شكل (٣-٥) الأوراق القائمة والافقية .



شكل (٣-٥) طرازين مختلفين من النباتات: (أ) نبات ذو أوراق أفقية، (ب) نبات ذو أوراق قائمة. يلاحظ أن النبات ذو الأوراق الأفقية يشغل مساحة من الأرض أكبر مما يشغلها النبات ذو الأوراق القائمة

ثالثا- كثافة النباتات Plant density

تعتبر كثافة النباتات من العوامل الهامة التي تؤثر على نمو ومحصول نباتات محاصيل الحقل، وتعرف بأنها عبارة عن عدد النباتات الموجودة في وحدة المساحة من الأرض. وللوصول إلى أعلى كفاءة لإعتراض الأشعة الشمسية على المجموع الخضري والحصول على أعلى محصول، فإنه يجب زراعة المحصول بالكثافة النباتية المثلى.

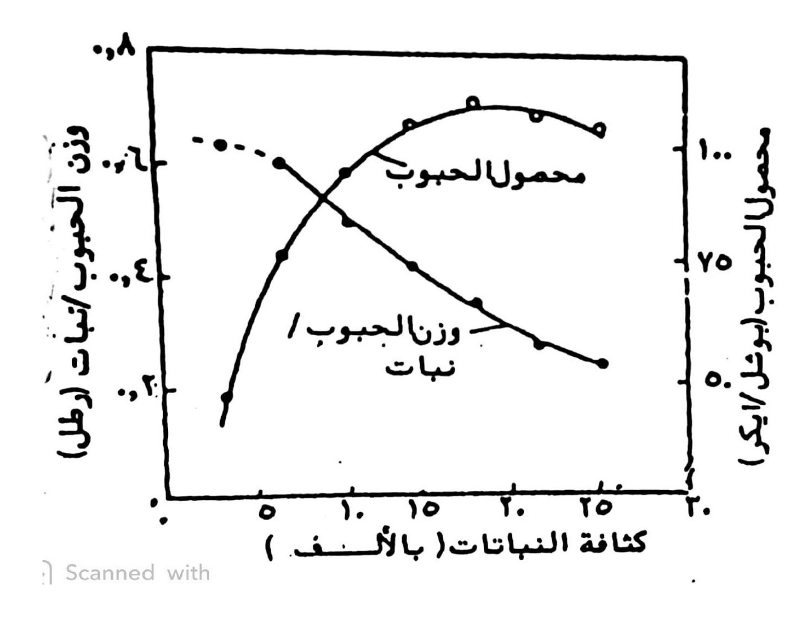
وتتعدد العوامل المحددة للكثافة المثلى والتي تعطي أعلى اعتراض للأشعة الشمسية الساقطة على المجموع الخضري وإعطاء أعلى محصول وأهمها الصنف المنزرع، حيث تختلف أصناف المحاصيل المختلفة في حجم مجموعها

الخضري وكذلك درجة تحملها لتظليل الأوراق لبعضها عند الزراعة بكثافة نباتية عالية نسبيا.

وتؤثر أيضا زاوية الورقة على الساق على كثافة النباتات، فالنباتات ذات الأوراق القائمة تزرع بكثافة نباتية أعلى من النباتات ذات الأوراق الأفقية (شكل ٣-٥)، كما أن النباتات ذات الأوراق القائمة تسمح بنفاذ الضوء إلى الأوراق السفلى من النبات بالمقارنة بالنباتات ذات الأوراق الأفقية.

علاقة كثافة النباتات بكمية المحصول

لقد وجد أنه عندما يزرع المحصول من أجل الحصول على الحبوب، فإنه توجد كثافة نباتية مثلى للوصول إلى أعلى محصول حبوب، وأن زيادة الكثافة النباتية عن هذا الحد يؤدي إلى نقص محصول الحبوب، وعلى سبيل المثال، تتراوح الكثافة النباتية المثلى للقمح بين ٢٠٠ – ٣٠٠ نبات /م٢ وفي الذرة الشامية بين ٩-١٣ نبات/ م٢ وفي فول الصويا بين ٣٠-٥٠ نبات/ م٢.



شكل (٣-٦). العلاقة بين المحصول وكثافة النباتات في الذرة الشامية

ويبين شكل (٣-٦) العلاقة بين المحصول وكثافة النباتات في محصول الذرة الشامية .ويتضح من الشكل ان محصول النبات الواحد من الحبوب يقل كلما زاد عدد النباتات في وحدة المساحة، بينما ازدادت كمية محصول وحدة

المساحة بزيادة كثافة النباتات حتى تصل كثافة النباتات الى الحد الأمثل، والذي يصل عنده محصول وحدة المساحة من الأرض حده الأعلى ثم تقل كمية المحصول بعد ذلك بزيادة كثافة النباتات عن هذا الحد الأمثل.

أما في حالة محاصيل العلف الأخضر مثل البرسيم والتي تزرع من أجل المادة الجافة الكلية التي يكونها النبات (المحصول البيولوجي) فإن المحصول يزداد بزيادة الكثافة النباتية.

رابعا – تأثير توزيع النباتات بالحقل

إن التوزيع المنتظم للنباتات بالحقل، يؤدي إلى انتظام توزيع الكساء الخضري للنباتات بالحقل، وزيادة كفاءته في اعتراض الأشعة الضوئية الساقطة عليه، والاستفادة منها. ولقد وجد أن انتظام مسافات الزراعة بين النباتات داخل الخط أو السطر الواحد وكذلك المسافة بين الخطوط أو السطور في الحقل تعمل على زيادة كفاءة الكساء الخضري لهذه النباتات في اعتراض أكبر كمية من الضوء الساقط عليه وزيادة كمية المحصول.

مما سبق يتضح أن الكمية الكلية من المادة الجافة التي يكونها النبات تنتج أساسا من كفاءة الكساء الخضري في اعتراض الاشعة الشمسية الساقطة عليه والاستفادة منها اثناء نمو المحصول وأن أعضاء النبات الأساسية في اعتراض الاشعة الشمسية هي الأوراق.

وبناء على ما سبق، يمكن القول بأن استراتيجية زيادة الاستفادة من الاشعة الشمسية الساقطة على الكساء الخضري للنباتات المنزرعة، وبالتالي زيادة كمية المحصول تشتمل على الاتي :

١- الزراعة في ميعاد مبكر، حتى تتمكن النباتات من تكوين مساحة ورقية كبيرة تغطي سطح التربة بسرعة وتعترض أكبر كمية من الطاقة الشمسية الساقطة على النباتات .

٢- الزراعة بالكثافة النباتية المثلي والتي تؤدى الي تكوين دليل مساحة أوراق امثل، وذلك عندما تصل النباتات إلى تكوين أقصى مساحة ورقية.

٣- زراعة النباتات بالحقل على ابعاد منتظمة بقدر المستطاع لتقليل التنافس بين النباتات، وزيادة معدل اعتراض الكساء الخضري للأشعة الشمسية الساقطة على النباتات .

٤- العمل على إطالة الفترة التي تظل فيها الأوراق قائمة بالتمثيل الضوئي، وذلك بعد الوصول إلى دليل مساحة الأوراق الأمثل، مما يؤدي إلى زيادة كفاءة اعتراض الكساء الخضري للأشعة الشمسية وكفاءة التمثيل الضوئي لفترة أطول مما يؤدي إلى زيادة كمية المحصول.

تحليل نمو نباتات محاصيل الحقل Growth Analysis

إن الباحث في مجال إنتاج وفسيولوجيا المحاصيل، لا يكتفي عادة بتقدير المحصول النهائي، وهو المادة الجافة الكلية التي يكونها النبات في نهاية موسم النمو، بل يقوم بدراسة ظواهر النمو المختلفة، والعوامل المؤثرة عليها أثناء دورة حياة النبات، والتي يكون لها تأثيرا معنويا على المحصول النهائي، ويطلق على هذه الدراسة "تحليل النمو Growth Analysis ". وأن تحليل نمو النبات يساعد في تحديد العوامل المؤثرة على المحصول في كل طور من أطوار النمو للوصول إلى أعلى محصول.

وعموما- يعتمد تحليل النمو على القياس المتعاقب لصفتين رئيسيتين هما:

١- الوزن الجاف للنبات ككل أو لأعضائه المختلفة.

٢- مساحة السطح الورقي للنبات.

ومن البيانات المتحصل عليها لهذه الصفات على فترات منتظمة يتراوح بين ٧-١٥ يوم تقريبا، يمكن حساب قيم أوشواهد أخرى للنمو ذات دلالة فسيولوجية أو مورفولوجية لها علاقة بإنتاج المادة الجافة، نذكر منها ما يلي:

١- دليل مساحة الأوراق ٢- المعدل المطلق للنمو ٣- المعدل النسبي للنمو ٤- صافي معدل التمثيل الضوئي ٥- معدل نمو المحصول

١- دليل مساحة الأوراق Leaf Area Index (LAI)

يعتبر دليل مساحة الأوراق مقياس سهل وسريع وهام بالنسبة للمشتغلين بإنتاج المحاصيل لأنه يعبر عن كفاءة النباتات في تغطية مساحة معينة من سطح الأرض، كما أنه يعبر عن مساحة السطح الورقي الذي يعترض الأشعة الشمسية والقائم بعملية التمثيل الضوئي وإنتاج المادة الجافة، ويعرف بأنه عبارة عن النسبة بين مساحة الأوراق (سطح واحد فقط) التي يحملها النبات بالنسبة لمساحة الأرض التي يشغلها هذا النبات، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{دليل مساحة الأوراق} = \frac{\text{مساحة السطح الورقي للنبات (م}^{٢}\text{)}}{\text{مساحة الأرض التي يشغلها النبات (م}^{٢}\text{)}}$$

ويجب التعبير عن مساح السطح الورقي ومساحة الأرض بنفس وحدات قياس المساحة.

٢- المعدل المطلق للنمو Absolute Growth Rate (AGR)

هو عبارة عن مقدار الزيادة في وزن النبات خلال فترة زمنية معينة ويحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{المعدل المطلق للنمو} = \frac{\text{و}_{٢} - \text{و}_{١}}{\text{ز}_{٢} - \text{ز}_{١}}$$

حيث أن:

$\text{و}_{١}$= الوزن في بداية الفترة $\text{ز}_{١}$

$\text{و}_{٢}$ = الوزن في نهاية الفترة $\text{ز}_{٢}$

ويعبر عن المعدل المطلق للنمو بـ "جرام/ أسبوع أو يوم"

ومن الجدير بالذكر، أن الزيادة المطلقة في الوزن خلال فترة زمنية معينة لا تعبر تعبيرا صادقا عن سرعة نمو النباتات التي تختلف في وزنها عند بداية التجربة ولذلك فقد رؤي أنه من الضروري استخدام قياسات أخرى للنمو تأخذ في الاعتبار الاختلافات في وزن النبات عند بداية التجربة حتى يمكن الحصول على قيم حقيقية لمعدل نمو النباتات المختلفة في أوزانها. وأهم هذه القياسات هو المعدل النسبي للنمو.

٣- المعدل النسبي للنمو Relative Growth Rate (RGR)

يعتبر معدل النمو النسبي مقياسا هاما لقياس سرعة نمو النباتات وهو عبارة عن، مقدار الزيادة في الوزن الجاف للنباتات في فترة زمنية معينة بالنسبة للوزن في بداية هذه الفترة. ويحسب من المعادلة:

$$\text{المعدل النسبي للنمو} = \frac{\text{لو}_{\text{هـ}}\,\text{و}_{٢} - \text{لو}_{\text{هـ}}\,\text{و}_{١}}{\text{ز}_{٢} - \text{ز}_{١}}$$

حيث أن:

$و_{١}$ = الوزن في بداية الفترة $ز_{١}$

$و_{٢}$ = الوزن في نهاية الفترة $ز_{٢}$

$لو_{هـ}$ (Log_e) = لوغاريتم ناباريان (اللوغاريتم الطبيعي) Ln= ٢.٣٠٣ × $لو_{١٠}$.

ويعبر عن المعدل النسبي للنمو بـ جرام/ جرام/ أسبوع أو يوم

وعموما- وجد أن المعدل النسبي للنمو يتراوح بين ٠.٢٢ – ٢.٧٠ جرام/ جرام/ أسبوع متوقفا ذلك على نوع النبات والظروف البيئية.

ومن الجدير بالذكر، أنه يمكن حساب المعدل النسبي للنمو لأي عضو من أعضاء النبات، مثل الأوراق أو السيقات أو الجذور وزنا أو حجما أو طولا طبقا للمعادلة السابقة.

٤- صافي معدل التمثيل الضوئي Net Assimilation Rate

هو عبارة عن مقدار الزيادة في المادة الجافة للنبات لكل وحدة مساحة من السطح الورقي في وحدة من الزمن، ويعبر عن كفاءة الأوراق في إنتاج المادة الجافة بالنبات، ويحسب من المعادلة الآتية:

$$\text{صافي معدل التمثيل الضوئي (على أساس مساحة الأوراق)} = \frac{و_{٢} - و_{١}}{س_{٢} - س_{١}} \times \frac{لو_{هـ} س_{٢} - لو_{هـ} س_{١}}{ز_{٢} - ز_{١}}$$

حيث أن:

$و_{١}$ = الوزن الكلي الجاف للنبات في أول الفترة $ز_{١}$

$و_{٢}$ = الوزن الكلي الجاف للنبات في نهاية الفترة $ز_{٢}$

$س_{١}$ = مساحة السطح الورقي في أول الفترة $ز_{١}$

$س_{٢}$ = مساحة السطح الورقي في نهاية الفترة $ز_{٢}$

$لو_{هـ}$ = لوغاريتم ناباريان = (اللوغاريتم الطبيعي) L_n .

ويعبر عن صافي معدل التمثيل الضوئي على أساس مساحة الأوراق بـ: جرام مادة جافة/ ديسيمتر مربع من مساحة الأوراق/ أسبوع.

كما يمكن تقدير صافي معدل التمثيل الضوئي، على أساس وزن الأوراق، وفي هذه الحالة يعبر عنها بـ: جرام مادة جافة/ جرام من الأوراق/ أسبوع.

ومن الجدير بالذكر أن صافي معدل التمثيل الضوئي يقل بتقدم النباتات في العمر بسبب تظليل الأوراق بعضها لبعض.

٥- معدل نمو المحصول Crop Growth Rate (CGR)

يعبر معدل نمو المحصول عن مقدار الزيادة في وزن المادة الجافة للنباتات، لكل وحدة مساحة من الأرض، في وحدة زمنية معينة، ويعتبر معدل نمو المحصول دليلا هاما على الإنتاجية الزراعية، أو معدل إنتاج المادة الجافة. ويقدر معدل نمو المحصول من المعادلة الآتية:

معدل نمو المحصول = صافي معدل التمثيل الضوئي × دليل مساحة الأواق

ويعبر عن معدل نمو المحصول بـ: جرام مادة جافة/ متر مربع من الأرض/ يوم.

الباب الرابع

عوامل البيئة وعلاقتها بنمو محاصيل الحقل

Environmental Factors & Growth of field crops

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

أولا- العوامل الجوية
Climatic Factors

تعتبر العوامل البيئية أهم العوامل المحددة لنمو المحاصيل، ويمكن تقسيم هذه العوامل إلى:

١- العوامل الأرضية التي تنمو فيها الجذور والسيقان الأرضية.
٢- العوامل الجوية والتي ينمو فيها المجموع الخضري والثمري للنبات وتشمل درجة الحرارة والضوء والأمطار والرطوبة الجوية والرياح وغيرها

ومن الجدير بالذكر، أن هذه العوامل الجوية يصعب التحكم فيها تحت ظروف الحقل، ولا يمكن تعديلها بما يتلائم مع نمو المحصول المنزرع، على عكس العوامل الأرضية والتي يمكن تعديل بعضها بما يلائم نمو النباتات (راجع الباب الخامس).
وسوف نناقش في هذا الباب علاقة كلا من درجات الحرارة والضوء بنمو نباتات المحاصيل.

أولا- درجات الحرارة

وتعتبر درجات الحرارة من أهم العوامل الجوية التي تؤثر على إنتاجية المحاصيل، لأنها تؤثر على جميع العمليات الحيوية بالنبات وترجع حرارة الأرض والجو أساسا إلى الأشعة الشمسية التي تصل إلى الأرض.

المناطق الحرارية في العالم

يمكن تقسيم العالم إلى ثلاث مناطق حرارية رئيسية تبعا لدرجة الحرارة هي:

١- **المنطقة الإستوائية** Tropical zone**:** تقع هذه المنطقة بين خطي عرض ٢٣.٥ درجة شمال وجنوب خط الاستواء. ويتميز مناخ هذه المنطقة بدرجات الحرارة المرتفعة (أعلى من ٢٥°م) في كل أشهر السنة تقريبا، وتضم هذه المنطقة حوالي ٤٠% من سطح الأرض.

٢- **المنطقة المعتدلة** Temperate zone: وتقع بين خطي عرض ٢٣.٥ و ٦٦.٥ درجة شمال وجنوب خط الاستواء وتتميز بمناخ معتدل دافئ صيفا ومعتدل شتاءا، وتقل درجة الحرارة كلما اقتربنا من المنطقة القطبية.

٣- **المنطقة القطبية** Frigid zone: تقع بين خطي عرض ٦٦.٥ و ٩٠ درجة شمال وجنوب خط الاستواء، وتعتبر من أكثر المناطق برودة في العالم.

ومن الجدير بالذكر، أن مصر تقع بين خطي عرض ٢٢ و ٣١.٣٦ درجة شمال خط الاستواء وبذلك فإنها تقع في المنطقة المعتدلة ما عدا الجزء الجنوبي منها فيقع في المنطقة الاستوائية.

تأثير درجة الحرارة على نمو المحاصيل

تعتبر درجة الحرارة من أهم العوامل التي تؤثرعلى نمو المحاصيل، إذ أنها تؤثر على كل العمليات الحيوية الدائرة بالنبات. ويتميز كل محصول بثلاث درجات حرارة رئيسية هي:

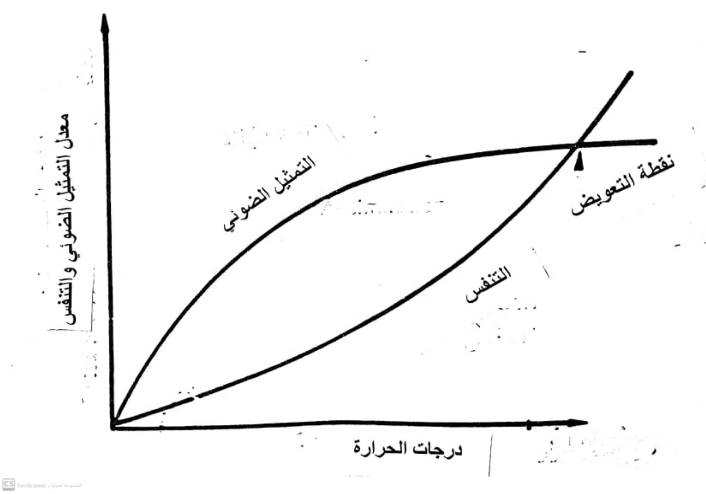
١- **درجة الحرارة الدنيا** Minimum temperature**:** عندها يكون النمو متوقفا تقريبا، وقد يؤدي انخفاض درجة الحرارة عن هذه الدرجة إلى موت النبات. ويطلق على هذه الدرجة أيضا ب"درجة حرارة صفر النمو Zero point of growth، وتختلف هذه الدرجة باختلاف المحاصيل، حيث تبلغ ١٠°م في الذرة الشامية و ٥°م في القمح والشعير والفول وبنجر السكر. ويزداد معدل نمو النبات بزيادة درجة الحرارة عن هذه الدرجة.

٢- **درجة الحرارة المثلى** Optimum temperature: هي درجة الحرارة التي عندها يصل معدل نمو المحصول أقصاه.

٣- **درجة الحرارة القصوى** Maximum temperature: هي درجة الحرارة التي يتوقف نمو النبات عندها أو يموت بزيادة درجة الحرارة عن هذه الدرجة.

تأثير درجة الحرارة على عملية التمثيل الضوئي والتنفس

إن نمو المحصول يعتمد أساسا على التمثيل الضوئي والتنفس. وعموما- يزداد معدل التمثيل الضوئي بارتفاع درجة حرارة الجو حتى تصل إلى أعلى قيمة لها ثم تنخفض بعد ذلك بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك، أما عملية التنفس فإنها تزداد زيادة مستمرة كلما ارتفعت درجة الحرارة، وعندما تصل درجة الحرارة إلى النقطة التي عندها تكون معدلات التمثيل الضوئي مساوية لمعدلات التنفس فلا تحدث زيادة في المادة الجافة للنبات ويتوقف النمو وتسمى هذه النقطة ب"نقطة التعويض Compensation point" كما هو مبين بشكل (٤-١). عند هذه النقطة تكون كمية المواد الغذائية الممثلة بواسطة عملية التمثيل الضوئي مساوية تقريبا لكمية المواد الغذائية المستهلكة في التنفس.



شكل (٤-١). تأثير درجة الحرارة على معدل التمثيل الضوئي والتنفس

وتختلف محاصيل الحقل المختلفة في درجة استجابة عملية التمثيل الضوئي بها لدرجات الحرارة، وعلى سبيل المثال، تتراوح درجة الحرارة المثلى لعملية التمثيل الضوئي بين ٢٠ – ٢٥ oم في القمح والشعير وتتبط عند ٢٥ - ٣٠oم، وفي الذرة الشامية تتراوح بين ٢٥–٣٠oم وتتبط عند ٢٥ - ٤٠oم.

مما سبق يتضح أن لكل محصول مدى حراري ينمو فيه وأن معدل نمو المحصول يزداد بزيادة درجة الحرارة عن درجة حرارة صفر النمو الخاصة بالمحصول، إلى أن تصل درجة الحرارة إلى الدرجة المثلى والتي عندها يصل معدل نمو المحصول أقصاه، ثم يبدأ في النقصان بارتفاع درجة الحرارة عن درجة الحرارة المثلى إلى أن يتوقف عند درجة الحرارة القصوى.

تأثير التباين في درجات حرارة الليل والنهار على نمو المحاصيل

إن الظروف الجوية في المناطق التي تتميز بارتفاع درجات الحرارة أثناء النهار وانخفاضها أثناء الليل تؤدي إلى زيادة صافي معدل التمثيل الضوئي وزيادة النمو والمحصول، لأن درجة الحرارة المرتفعة أثناء النهار تؤدي إلى زيادة معدل التمثيل الضوئي وأن انخفاضها أثناء الليل يؤدي إلى خفض معدل التنفس، مما يعمل على زيادة صافي التمثيل الضوئي وزيادة النمو والمحصول، وأن مثل هذه الظروف تتميز بها المناطق الاستوائية وكذلك المناطق المرتفعة عن سطح البحر، والدليل على ذلك ارتفاع محصول الذرة الشامية في مثل هذه المناطق، حيث يصل الفارق اليومي بين درجات حرارة النهار والليل حوالي ١٠°م، حيث تكون درجة حرارة النهار ٣٠ - ٣٤°م، بينما تتراوح درجة حرارة الليل ٢٠ - ٢٤°م.

تأثير درجات الحرارة على النمو الخضري

يؤدي ارتفاع درجات الحرارة في المجال الحراري للمحصول إلى زيادة النمو الخضري للمحصول، حيث تؤدي إلى زيادة سرعة ظهور أوراق جديدة على النباتات وهذا يؤدي بدوره إلى زيادة عدد الأوراق على النباتات، حيث وجد في القمح أن رفع درجة الحرارة من ١٥°م إلى ٢٠°م أدت إلى زيادة معدل ظهور الأوراق بحوالي ٥٠%.

وأن إرتفاع درجة الحرارة عن الحد الأمثل يؤدي إلى نقص عدد الأشطاء في القمح والشعير، وذلك بسبب سرعة نمو وطرد نورات النبات.

تأثير درجة الحرارة على النمو الثمري

يؤدي ارتفاع درجة الحرارة عن الحد الأمثل للمحصول أثناء التزهير والتلقيح إلى موت حبوب اللقاح، مما يؤدي إلى العقم وعدم تكوين حبوب، حيث وجد في القمح أن ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٠°م أدى إلى نقص عدد

الحبوب بالسنبلة ونقص فترة امتلاء الحبوب ونقص وزنها ونقص المحصول، كما وجد أن ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٠°م وقت طرد النورات المذكرة في الذرة الشامية تؤدي إلى فشل الكيزان في تكوين حبوب، ويرجع ذلك أساسا إلى موت حبوب اللقاح، كما وجد أن ارتفاع درجة الحرارة عن ٣٥°م تؤدي إلى العقم وتساقط القرون في فول الصويا.

الاحتياجات الحرارية للمحصول

يلزم لنمو ونضج أي محصول تعرضه لعدد معين من وحدات درجات الحرارة يزيد عن درجة صفر النمو وتسمى هذه بـ"الحرارة المتجمعة Heat units". وتختلف النظم التي يعبر بها عن الاحتياجات الحرارية، وسوف نذكر هنا فقط النظام الأكثر شيوعا والذي يعرف بالحرارة المتجمعة، ووحدة القياس الرئيسية فيه هي Day-degree والتي تدل على درجة مئوية أو فهرنهيتية لكل يوم فوق درجة حرارة صفر النمو الخاصة بالمحصول. وتختلف درجة حرارة صفر النمو باختلاف المحاصيل المختلفة فهي في القمح والشعير والفول ٥°م وفي الذرة الشامية والذرة الرفيعة ١٠درجة مئوية.

وإن عدد الوحدات الحرارية المتجمعة ليوم واحد يمكن حسابها بطرح درجة حرارة صفر النمو من متوسط درجة الحرارة الفعلية لهذا اليوم. وتحسب متوسط درجة الحرارة الفعلية من المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط درجة الحرارة} = \frac{\text{درجة الحرارة الدنيا} + \text{درجة الحرارة القصوى}}{٢}$$

ومن الجدير بالذكر، أنه ليس من الضروري حساب الحرارة المتجمعة لكل يوم على حدة ولكن يمكن حسابها لأسبوع أو لشهر.

وعموما- تختلف محاصيل الحقل في احتياجاتها الحرارية، وأن مجموع درجات الحرارة المتجمعة اللازمة للمحاصيل الصيفية أكبر منها للمحاصيل الشتوية، وأن مجموع درجات الحرارة المتجمعة اللازمة لطور معين من أطوار النمو لمحصول معين تكون ثابتة تقريبا، كما يختلف مجموع درجات الحرارة المتجمعة لمحصول ما من طور لآخر وعلى سبيل المثال، وجد أن الحرارة المتجمعة للذرة الشامية من الزراعة حتى طرد النورات يساوي ١٤٨٣درجة فهرنهيتية وذلك في خمس مواعيد زراعة مختلفة.

تحمل المحاصيل للحرارة Heat tolerance

تحمل المحصول للحرارة هو قدرته على النمو وإعطاء محصولا اقتصاديا تحت درجات الحرارة المرتفعة. وتختلف المحاصيل في قدرتها على تحمل درجات الحرارة المرتفعة.

الصفات الخاصة بالنبات التي تساعده على تحمل الحرارة العالية

١- تغطى الأوراق والسيقان بطبقة من الشمع تعكس الضوء الساقط عليها، مما يقلل من امتصاص الحرارة بواسطة النبات.
٢- تقوم بعض النباتات عريضة الأوراق مثل فول الصويا بتوجيه أسطح أوراقها في اتجاه أشعة الشمس بزاوية يتوقف مقدارها على حسب شدة أشعة الشمس المباشرة، ففي درجة الحرارة العالية توجه الأوراق بزاوية قائمة تقريبا بالنسبة للوضع الأفقي.
٣- قدرة النبات على تخليق وتجميع بعض المواد الكيماوية بالخلايا مثل الحمض الأميني البرولين وبعض السكريات الذائبة والتي تساعد النبات في تحمل درجات الحرارة المرتفعة عن طريق المحافظة على محتوى الخلايا من الماء والمحافظة على مكونات الخلية.
٤- ارتفاع درجة ثبات الكلوروفيل وبقاؤه أخضر في بعض النباتات تحت ظروف درجات الحرارة المرتفعة وبالتالي استمرار عملية التمثيل الضوئي.

وعموما- تعتبر المحاصيل التي تنمو في المنطقة الاستوائية أكثر تحملا للحرارة من محاصيل المنطقة المعتدلة، كما أن المحاصيل الصيفية أكثر تحملا للحرارة العالية من المحاصيل الشتوية.

مما سبق يتضح أهمية زراعة كل محصول في الميعاد المناسب بحيث تلائم درجة الحرارة المراحل المختلفة لنموه للحصول على أعلى محصول.

التأثير الضار لدرجات الحرارة المنخفضة على محاصيل الحقل

يقصد بدرجة الحرارة المنخفضة أنها الدرجة التي تقل عن درجة حرارة صفر النمو أو التي تقل عن درجة الحرارة الصغرى الخاصة بالمحصول والتي يتوقف عندها نموه.

وعموما- يحدث أضرار للنباتات في مصر عند إنخفاض درجة الحرارة عن الصفر المئوي ويتكون الصقيع Frost، وعند هذه الدرجة تتحول قطرات الندى الموجودة على أسطح النباتات إلى بللورات من الثلج.

ويحدث الصقيع في مصر في بعض المناطق أثناء فترة البرودة في أشهر الشتاء وخصوصا في شهري ديسمبر ويناير. وتختلف المحاصيل المختلفة في درجة تحملها للصقيع متوقفا ذلك على نوع المحصول وطور النمو وطول الفترة التي يتعرض لها النبات للصقيع. وعلى سبيل المثال، تتحمل محاصيل الشعير والقمح والبصل والكتان الصقيع بدرجة أكبر من محاصيل البرسيم والبطاطس. كما تختلف أنسجة النبات المختلفة لدرجة تحملها للصقيع فمثلا تعتبر منطقة التاج الجذري (الجزء من الساق الموجود أسفل سطح الأرض مباشرة) في محاصيل الحبوب وكذلك الأوراق الحديثة العمر والقمم النامية أكثر تحملا للصقيع من الأوراق الكبيرة تامة التكوين.

وعموما- ترجع أضرار الصقيع إلى:

١- سحب الماء من الخلايا إلى الفراغات الموجودة بين الخلايا وتجميده وتحويله إلى بللورات ثلجية، مما يؤدي إلى جفاف الخلايا نتيجة لسحب الماء منها.

٢- يؤدي ذوبان الثلج بعد تكوينه بواسطة الصقيع عند إرتفاع درجة الحرارة إلى تمزق جدر الخلايا وتلفها.

٣- يؤدي الصقيع أثناء طور النمو الثمري إلى العقم كما هو الحال في القمح وعدم ظهور السنبلة من الغمد، كما يؤدي تساقط الأزهار في بعض المحاصيل مثل الفول.

تحمل المحاصيل لدرجات الحرارة المنخفضة (الصقيع)

تتميز بعض النباتات بصفات معينة تساعدها على تحمل درجات الحرارة المنخفضة أهمها ما يلي:

١- تكوين أوراق صغيرة سميكة ومغطاة بطبقة من الكيوتين كما تكون النباتات ذات طبيعة نمو مفترش.

٢- زيادة نسبة الماء المرتبط وانخفاض نسبة الماء الحر بالخلايا.

٣- ارتفاع تركيز السكر في العصير الخلوي نتيجة لتحول النشا إلى سكر وبذلك يزداد الضغط الاسموزي في العصير الخلوي وانخفاض نقطة التجمد.

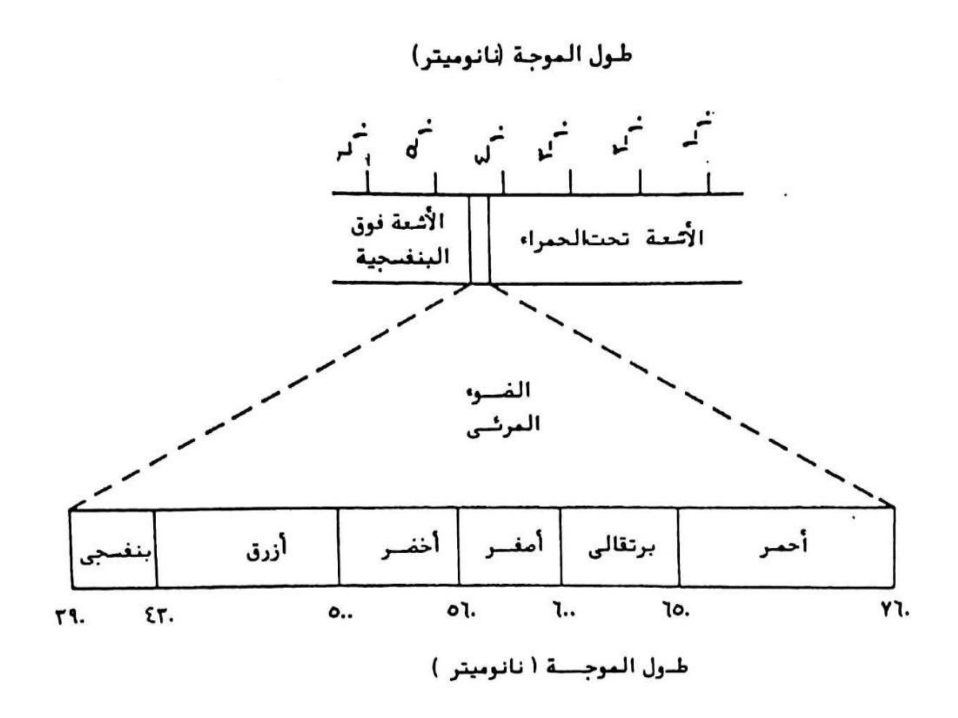
٤- صغر أحجام الخلايا.
٥- دخول البراعم الموجودة على النبات في طور سكون في الوقت الذي تنخفض فيه درجة الحرارة، ثم إستعادة نموها ونشاطها بعد إرتفاع درجات الحرارة.

ومن الجدير بالذكر، أنه في المناطق الباردة جدا يؤدي إنخفاض درجات الحرارة إلى أقل من درجة حرارة الصفر المئوي بكثير إلى تجمد الأرض وهذا يعمل على تقطيع جذور النباتات. وفي حالة عدم مقدرة النبات على تكوين جذور جديدة بسرعة عند ارتفاع الحرارة فإن النبات يموت.

ثانيا- الضوء

تعتبر الأشعة الشمسية هي المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة لحياة النبات. ويؤثر الضوء على نمو النباتات عن طريق تأثيره على كثير من العمليات الفسيولوجية الدائرة بالنبات مثل التمثيل الضوئي والتنفس وامتصاص العناصر الغذائية وتكوين الكلوروفيل والنتح وغيرها من العمليات الحيوية بالنبات.

ويعتبر الضوء المرئي هو الجزء من الطيف الشمسي الذي يمكن رؤيته بالعين المجردة والذي تستفيد منه نباتات المحاصيل في التمثيل الضوئي، وتنحصر طول موجاته بين ٤٠٠-٧٠٠ملليميكرون ويتكون من الأشعة البنفسجية والزرقاء والخضراء والصفراء والبرتقالية والحمراء (شكل ٤-٢). وتشكل طاقة الضوء المرئي حوالي ٥٠% من الطاقة الشمسية، وتستخدم النباتات حوالي ٦٠% من هذه الكمية في عملية التمثيل الضوئي، وتستخدم النباتات حوالي ٢% فقط من الطاقة الشمسية الكلية الساقطة على سطح الأرض في عملية التمثيل الضوئي.



شكل (٤-٢). طيف الطاقة الإشعاعية والطول الموجي. الفوتونات في المجال من ٤٠٠-٧٠٠ ملليميكرون (نانومتر) هي المستغلة في عملية التمثيل الضوئي.

ويؤثر الضوء على نمو وتكشف نباتات المحاصيل عن طريق كثافة (شدة) الضوء وطول الفترة الضوئية ونوع الضوء (طول الموجات الضوئية).

أ- تأثير شدة الإضاءة على عملية التمثيل الضوئي

يعتبر الضوء هو العامل المحدد لإنتاجية نباتات محاصيل الحقل حيث يعتبر ضروريا لتكوين الكلوروفيل ولعملية التمثيل الضوئي. وتحت ظروف الإضاءة الضعيفة، تزداد عملية التمثيل الضوئي للنباتات بزيادة شدة الإضاءة حتى تصل شدة الإضاءة إلى نقطة التعويض الضوئي Light compensation point وهي عبارة عن شدة الإضاءة التي عندها تكون كمية ثاني أكسيد الكربون الممتصه في عملية التمثيل الضوئي مساوية لكميته المنطلقة في التنفس أي أن صافي معدل التمثيل الضوئي = صفر (شكل ٤-١).

وتختلف نقطة التعويض هذه من نوع نباتي إلى آخر، ويجب أن يتجاوز النبات هذه النقطة لكي ينمو ويتطور. وإذا استمرت شدة الإضاءة في الزيادة عن نقطة التعويض الضوئي، فإن معدل التمثيل الضوئي يزداد حتى تصل شدة الإضاءة إلى نقطة التشبع الضوئي Light saturation point. وتعرف بأنها عبارة عن شدة الإضاءة التي عندها لا تؤدي أي زيادة في شدة الإضاءة عن هذه النقطة إلى زيادة معنوية في عملية التمثيل الضوئي.

وتختلف الأنواع النباتية المختلفة في درجة استجابتها لشدة الإضاءة، حيث أن المحاصيل الصيفية وخصوصا النباتات رباعية الكربون مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والقصب تستجيب لشدة الإضاءة العالية حتى ١٠٠% من ضوء الشمس الكامل، أما المحاصيل الشتوية وخصوصا ثلاثية الكربون فتتشبع ضوئيا عند ثلث ضوء الشمس الكامل تقريبا.

ومن الجدير بالذكر، أن ضوء الشمس موجود في الطبيعة بكميات أكبر مما تحتاجه النباتات للقيام بعملية التمثيل الضوئي على المستوى الأمثل وخصوصا في المناطق الإستوائية والمعتدلة.

ب- تأثير شدة الإضاءة على نمو السيقان والأوراق

تؤدي زيادة شدة الإضاءة الساقطة على النباتات إلى نقص معدل إستطالة السيقان وزيادة سمكها، وعلى سبيل المثال، يؤدي نقص شدة الإضاءة الساقطة على نباتات محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح والشعير والأرز) والناتجة عن زيادة كثافة النباتات عن الحد الأمثل في وحدة المساحة إلى الإستطالة السريعة للسيقان وعدم صلابتها لأن الأنسجة الدعامية بالساق لا تتكون بدرجة كافية تحت ظروف نقص شدة الإضاءة، مما يؤدي إلى الرقاد (ميل النباتات ناحية الأرض) وبالتالي نقص المحصول. ولذلك يجب زراعة مثل هذه النباتات بالكثافة النباتية المثلى بحيث يصل الضوء إلى الأجزاء القاعدية من النبات مما يؤدي إلى صلابة السيقان ونقص الرقاد.

كما تؤدي زيادة شدة الإضاءة الساقطة على النباتات حتى ضوء الشمس الكامل إلى زيادة عدد وحجم وسمك الأوراق وكذلك محتواها من الكلوروفيل وهذا يؤدي إلى زيادة التمثيل الضوئي والنمو وزيادة المحصول.

تأثير طول الفترة الضوئية (طول النهار) على نمو المحاصيل

تعتبر طول الفترة الضوئية من أهم العوامل المؤثرة على انتقال أو تحول النبات من مرحلة النمو الخضري إلى مرحلة النمو الثمري كما تؤثر على النمو الخضري للنباتات، حيث وجد أن الفترات الضوئية الغير مناسبة للإزهار تعمل على إطالة فترة النمو الخضري، وزيادة عدد الأوراق وطول الساق.

تأثير طول النهار على النمو الثمري في محاصيل الحقل

إن التحول من النمو الخضري إلى النمو الثمري يمثل تغيرا كبيرا في دورة حياة نباتات المحاصيل، وفي معظم محاصيل الحقل يبدأ النمو الثمري عند استبداء تكوين الأزهار، وينتهي بإنتاج البذور أو الثمار، وفي محاصيل الحبوب ذات النمو المحدود، يعتبر استبداء تكوين أصول الأزهار نهاية تكوين أوراق جديدة. وهناك بعض محاصيل الحقل التي فيها يبدأ النمو الثمري قبل نهاية النمو الخضري كما هو الحال في نباتات القطن.

تقسيم نباتات المحاصيل على حسب استجابتها لطول الفترة الضوئية اللازمة لإزهارها

نباتات نهار قصير Short-day plants

هي النباتات التي تزهر عندما يكون طول النهار أقل من طول نهار حرج معين Critical day length، ولذلك فيزداد سرعة إزهار هذه النباتات بقصر طول الفترة الضوئية التي تتعرض لها النباتات (طول النهار). وأهم محاصيل الحقل التي تنتمي لهذه المجموعة الذرة الشامية، والذرة الرفيعة، الأرز، وبعض أصناف فول الصويا. وعلى سبيل المثال، طول النهار الحرج لبعض أصناف فول الصويا هو ١٢ ساعة، هذا يعني أن هذه النباتات يسرع إزهارها إذا تعرضت إلى نهار طوله أقل من ١٢ ساعة، ولا تزهر إذا تعرضت لطول نهار أطول من ١٢ ساعة، وتستمر في نموها الخضري.

نباتات نهار طويل Long-day plants

هي النباتات التي تزهر عندما يكون طول النهار أطول من طول نهار حرج معين. فتزداد سرعة ازهار هذه النباتات بزيادة طول الفترة الضوئية التي تتعرض لها النباتات. وأهم المحاصيل التابعة لهذه المجموعة هي القمح، بنجر السكر والشعير.

النباتات المحايدة Day-neutral plants

هي النباتات التي تزهر بعد فترة معينة من النمو الخضري، ولا يؤثر طول النهار على ازهارها، وأهم محاصيل الحقل التابعة لهذه المجموعة هي القطن وعباد الشمس.

ومن الجدير بالذكر، أن أصناف المحصول الواحد قد تختلف في استجابتها لطول النهار، وعلى سبيل المثال، بعض أصناف فول الصويا تتبع مجموعة نباتات النهار القصير وأخرى تتبع مجموعة نباتات النهار الطويل، وفي القمح والأرز توجد أصناف محايدة.

وأن كثير من الأنواع النباتية مثل الحوليات الشتوية (مثل القمح الشتوي والراي) والثنائية الحول (مثل بنجر السكر) تحتاج إلى فترة قدرها ٢-٦ أسبوع من البرودة أو قرب درجة التجمد (٢-٧°م) لكي تزهر. وأن هذه المعاملة بدرجات الحرارة الباردة يطلق عليها الإرتباع Vernalization.

تأثير طول الفترة الضوئية (طول النهار) على نمو المحاصيل

تؤدي زيادة طول الفترة الضوئية (طول النهار) إلى زيادة النمو الخضري للنباتات التي لا تتأثر بطول الفترة الضوئية لإزهارها وكذلك نباتات النهار القصير مثل الذرة وبعض أصناف فول الصويا وغيرها، ويجب أن تتعرض نباتات المحاصيل لفترة ضوئية لا تزيد عن ١٦ ساعة يوميا حتى تنمو نموا طبيعيا.

وعموما- يؤثر طول النهار على النمو الخضري لنباتات المحاصيل بدرجة أقل من تأثيره على إزهارها كما سبق أن ذكرنا.

الباب الخامس

عوامل البيئة وعلاقتها بنمو محاصيل الحقل

Environmental Factors & Growth of field crops

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

ثانيا- العوامل الأرضية

Soil condition and growth of field crop

تعتبر العوامل الأرضية من العوامل البيئية التي تحدد نمو المحاصيل، والتي يمكن للمزارع أن يتحكم فيها لحد كبير وجعلها أكثر ملائمة لنمو المحصول المنزرع عن طريق خدمة الأرض وتجهيزها جيدا لزراعة المحصول، كما يمكن إضافة كميات مياه الري والأسمدة التي يحتاجها المحصول وغيرها من العمليات التي تحسن خواص الأرض لتصبح صالحة لنمو المحصول المنزرع.

وتعرف الأرض الزراعية بأنها الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التي تنمو فيها جذور النباتات وتمتص منها إحتياجاتها من الماء والعناصر الغذائية.

وتنشأ التربة من تحلل الصخور المكونة للقشرة الأرضية بمرور الزمن وذلك بفعل العوامل الجوية. وتختلف التربة في الأماكن المختلفة على سطح الأرض نتيجة لاختلاف نوع الصخور والظروف البيئية من منطقة لأخرى.

وقد تنتقل حبيبات التربة الناتجة من تحلل الصخور من مكانها الأصلي إلى مكان آخر فتسمى التربة في هذه الحالة بـ"التربة المنقولة" وإذا تم نقلها بواسطة السيول والأنهار سميت التربة المتكونة بـ"تربة رسوبية" كما هو الحال في الأرض الزراعية الموجودة في وادي النيل، أما إذا كانت التربة المنقولة عبارة عن حبيبات رملية سميت كثبان رملية

مكونات التربة الزراعية

تتكون التربة الزراعية من خمسة مكونات رئيسية هي:

١- المواد المعدنية الصلبة   ٢- المادة العضوية   ٣- هواء التربة
٤- المحلول الأرضي   ٥- الكائنات الحية بالأرض

أولا- المواد المعدنية الصلبة

هي المواد الصلبة التي توجد على هيئة حبيبات مختلفة الأقطار وتتراوح نسبة وجودها بالتربة من ٤٠ – ٦٠% من حجم التربة وتشمل الآتي:

١- **الحصى**: هو عبارة عن حبيبات يزيد قطرها عن ٢ ملم.
٢- **الرمل**: يتراوح قطر حبيباته من ٠.٢ إلى أقل من ٢ ملم وينقسم الرمل حسب حجم حبيباته إلى رمل خشن وحجم حبيباته أقل من ٢ ملم، ورمل ناعم ويتراوح حجم حبيباته من ٠.١ – ٠.٢٥ ملم.
٣- **السلت (الغرين)**: ويتراوح قطر حبيباته من ٠.٠٠٢ –٠.٠٢ ملم.
٤- **الطين**: وقطر حبيباته يقل عن ٠.٠٠٢ ملم.

خواص الأرض الزراعية

تتعد خواص الأرض الزراعية وأهمها القوام والبناء والهواء والحرارة والحموضة والقلوية وسوف نناقش فيما يلي قوام الأرض وبناء الأرض وحرارة الأرض.

قوام الأرض

يعبر قوام الأرض الزراعية عن نسب أقطار الحبيبات المعدنية المكونة لها بعضها إلى بعض. وتقسم الأرض بالنسبة لقوامها إلى ثلاث أنواع رئيسية هي:

١- أرض رملية   ٢- أرض صفراء   ٣- أرض طينية

أ- الأراضي الرملية

تحتوي الأراض الرملية على نسبة عالية من الرمل وتنقسم إلى قسمين هما:

١- أرض رملية، وتحتوي على أكثر من ٩٠% رمل وأقل من ١٠% من السلت والطين.

٢- أرض رملية صفراء، وتتراوح نسبة السلت والطين فيها من ١٠% إلى أقل من ٢٠%

وعموما- تتميز الأرض الرملية بالآتي:

١- عدم قدرتها على الإحتفاظ بكمية كبيرة من الماء والعناصر الغذائية.
٢- تعتبر فقيرة في المادة العضوية
٣- سهولة خدمتها.
٤- ارتفاع درجة حرارة التربة

وعموما- يراعي النواحي الآتية عند رعاية الأراضي الرملية

١- إضافة المادة العضوية بصورة دورية
٢- إضافة الأسمدة الكيميائية
٣- الري على فترات متقاربة
٤- إضافة الطين للتربة

ومن أهم المحاصيل التي تجود في الأراضي الرملية هي، الفول السوداني، الترمس، السمسم، عباد الشمس، الشعير، بنجر السكر، البرسيم الحجازي وغيرها.

ب- الأراضي الصفراء

تقسم الأراضي الصفراء إلى:

١- أراضي صفراء خفيفة وتتراوح نسبة السلت والطين فيها من ٢٠% إلى أقل من ٣٠%.

٢- أراضي صفراء ثقيلة وتتراوح نسبة السلت والطين فيها من ٣٠% إلى أقل من ٥٠%.

وعموما- تعتبر الأراضي الصفراء أنسب أنواع الأراضي من ناحية القوام لنمو معظم المحاصيل لأن لها قدرة أكبر على الإحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية بالمقارنة بالأراضي الرملية، كما أنها أفضل من الأراضي الطينية من ناحية التهوية وسهولة إجراء العمليات الزراعية مثل الحرث

جـ- الأراضي الطينية

تحتوي هذه الأراضي على نسبة عالية من الطين وتقسم إلى:

١- أراضي طينية خفيفة تتراوح نسبة السلت والطين بها من ٥٠% إلى أقل من ٨٠%.

٢- أراضي طينية ثقيلة تحتوي على ٨٠% أو أكثر من السلت والطين.
وتتصف هذه الأراضي بقدرتها العالية على الإحتفاظ بالماء والعناصر الغذائية، ولكنها رديئة التهوية، كما أن إجراء عمليات الخدمة بها صعبة مثل الحرث.
ويجود في هذه الأراضي محاصيل الأرز والقصب والذرة الشامية والذرة الرفيعة والبرسيم وغيرها.

ثانيا- بناء التربة

يقصد به نظام ترتيب حبيبات التربة مع بعضها. وقد تكون الحبيبات مفردة وغير مرتبطة ببعضها كما هو الحال في الأراضي الرملية، بينما في الأراضي التي تحتوي على كمية مناسبة من الطين، فإن حبيبات الطين تتجمع مع بعضها في تجمعات صغيرة، وهذه التجمعات الصغيرة تتجمع مع بعضها مكونة تجمعات أكبر وهكذا.
وأن تجمع حبيبات التربة معا يعمل على وجود فراغات بينية كبيرة بينها، وهذا يؤدي إلى زيادة تهوية التربة وتحسين خواصها وهذا البناء ذو الحبيبات المتجمعة هو المرغوب في الأرض الزراعية.
ومن العوامل التي تساعد على تكوين حبيبات متجمعة هو وجود الغرويات العضوية بالتربة وكذلك بعض المواد المعدنية اللاصقة مثل أكاسيد الحديد والألومنيوم ووجود أملاح الكالسيوم والماغنسيوم وكذلك ارتفاع محتوى التربة من المادة العضوية وعلى عكس ذلك، يؤدي زيادة تركيز الصوديوم بالأرض إلى تفريق الحبيبات.
مما سبق يتضح أنه لتحسين بناء التربة، يجب إضافة المادة العضوية للتربة وعدم كبسها بشدة بواسطة الآلات الزراعية الثقيلة، وعدم حرث الأرض الطينية وهي رطبة وعدم غمر الأرض بالماء باستمرار.

ثالثا- حرارة التربة

تعتبر الشمس هي المصدر الرئيسي لحرارة الأرض، كما تكتسب الأرض أيضا كمية قليلة من الحرارة من بعض التفاعلات الكيميائية بالأرض مثل تحليل المواد العضوية وتنفس جذور النباتات والكائنات الحية الموجودة بالتربة. ويختلف توزيع الحرارة بقطاع الأرض فالطبقة السطحية من التربة تكون أكثر تغيرا في حرارتها بين النهار والليل والصيف والشتاء عن الطبقات الأعمق.

العوامل المؤثرة على درجة حرارة الأرض

تؤثر على درجة حرارة الأرض العديد من العوامل أهمها ما يلي:

١- **خطوط العرض**: تزداد درجة حرارة الأرض كلما اقتربت من خط الاستواء والعكس صحيح.

٢- **لون الأرض**: تمتص الأرض داكنة اللون كمية أكبر من أشعة الشمس الساقطة عليها فترتفع حرارتها أكثر من الأرض ذات اللون الفاتح والتي تعكس أشعة الشمس الساقطة عليها.

٣- **محتوى التربة من الرطوبة**: كلما زاد محتوى التربة من الرطوبة كلما قلت حرارتها، ويرجع ذلك إلى زيادة بخر الماء من التربة ذات المحتوى الرطوبي المرتفع وهذا يؤدي إلى فقد أكبر في حرارة الأرض، ولذلك فإن الأرض الثقيلة التي تحتوي على نسبة رطوبة أكبر من الأرض الرملية، فإن درجة حرارتها تكون أقل من الأرض الرملية.

٤- **الارتفاع عن سطح البحر**: كلما ارتفعت الأرض عن سطح البحر كلما انخفضت درجة حرارتها.

٥- **تغطية سطح التربة**: إن تغطية سطح التربة بطبقة من القش يقلل من امتصاص حرارة الشمس، ولذلك فتنخفض درجة حرارة الأرض بالمقارنة بالأرض غير المغطاة.

٦- **تكرار الري**: تنخفض درجة حرارة التربة عن طريق الري على فترات متقاربة.

تأثير درجة حرارة التربة على نمو المحاصيل

أولا- تأثير درجة حرارة التربة على إنبات البذور

تعتبر درجة حرارة التربة من العوامل الأرضية الهامة التي تؤثر على انبات البذور.

وعموما- تختلف بذور المحاصيل في درجة الحرارة المثلى لإنباتها، حيث أن درجة الحرارة المثلى لإنبات بذور المحاصيل الصيفية مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والقطن والأرز تتراوح بين ٣٠ -٣٥°م، أما درجة الحرارة الدنيا فتتراوح بين ٨ - ١٢°م، أما بالنسبة للمحاصيل الشتوية مثل القمح والشعير والكتان والفول فتتراوح درجة الحرارة المثلى لإنبات بذورها بين ٢٠ - ٢٥°م ودرجة الحرارة الدنيا تتراوح بين ٥ - ٨°م.

يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى زيادة نسبة وسرعة إنبات بذور المحاصيل، ولهذا فإنه من الناحية العملية يجب زراعة المحصول عندما تكون درجة حرارة التربة مثلى لإنبات بذور المحصول المراد زراعته من أجل الإسراع في الإنبات وعدم تعرض البذور أثناء إنباتها إلى الفطريات مما يؤدي إلى عدم اكتمال إنبات البذور.

وعموما- تختلف درجة حرارة التربة المثلى لإنبات البذور باختلاف المحصول.

تأثير حرارة التربة على نمو المحاصيل

تؤثر درجة حرارة التربة على نمو نباتات محاصيل الحقل عن طريق تأثيرها على:

١- يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى درجة الحرارة المثلى لنمو المحاصيل إلى نشاط الكائنات الحية الدقيقة النافعة في التربة مثل بكتيريا التأزت وبكتيريا تثبيت الأزوت الجوي والبكتيريا المحللة للمادة العضوية بالتربة مما يؤدي إلى زيادة استفادة المحصول من السماد العضوي المضاف وما تثبته البكتيريا من أزوت وهذا يؤدي إلى زيادة نمو المحصول المنزرع.

٢- يؤدي ارتفاع درجة حرارة التربة إلى الدرجة المثلى لنمو المحصول إلى زيادة نمو الجذور وتفرعها وتعمقها في التربة وبالتالي زيادة قدرتها في امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة مما يؤدي إلى زيادة نمو المحصول.

٣- يؤدي انخفاض درجة حرارة التربة عن الدرجة المثلى لنمو المحصول إلى نقص امتصاص الماء والعناصر الغذائية بواسطة الجذور ونقص النمو.

وعموما- يمكن القول بأن سرعة امتصاص الماء والعناصر الغذائية بواسطة جذور النباتات تقل في حالة انخفاض أو ارتفاع درجة حرارة التربة عن الدرجة المثلى للمحصول.

ولقد وجد أن نقص عنصر الفوسفور يكون أكثر وضوحا عند درجات الحرارة المنخفضة للتربة بالمقارنة بدرجات الحرارة المرتفعة بسبب نقص معدل امتصاصه بواسطة الجذور في درجات الحرارة المنخفضة.

ولقد وجد أن معدل امتصاص الفوسفور بواسطة النباتات يصل إلى حده الأعلى عندما تكون درجة حرارة التربة عند درجة الحرارة المثلى لدرجة حرارة الجذور لإعطاء أعلى نمو.

كما وجد أن صلاحية عنصر النيتروجين والبوتاسيوم للإمتصاص بواسطة جذور النباتات يقل بانخفاض درجة حرارة التربة عن الدرجة المثلى لنمو جذور المحصول.

٤- يقل نشاط الكائنات الحية بالتربة بانخفاض درجة الحرارة.

وعموما- يمكن القول بأن معظم الميكروبات التي تعيش في التربة تنمو وتنشط في درجات حرارة من ١٠ - ٣٥°م.

٥- لقد وجد أن محصول نباتات الشعير ينخفض بارتفاع درجة حرارة التربة عن الحد الأمثل وذلك لأن زيادة حرارة التربة تؤد إلى سرعة النضج.

رابعا- حموضة التربة

تعتبر حموضة التربة من الخواص الهامة لها والتي تؤثر على نمو المحاصيل، ويعبر عنها برقم الحموضة pH . وتدل قيمة pH على تركيز أيون الهيدروجين. والأراضي إما أن تكون حامضية أو قلوية وهذا يمكن معرفته عن طريق قياس درجة حموضتها "pH" .

وعموما- معظم الأراضي يتراوح رقم حموضتها pH بين ٣.٥ إلى ١٠، ففي المناطق الرطبة غزيرة الأمطار، يتراوح رقم حموضة الأرض بين ٥ - ٧، وفي المناطق الجافة قليلة الأمطار بين ٦.٥ – ٩. ويمكن تقسيم الأراضي على حسب رقم حموضتها pH إلى:

١- أراضي متعادلة، يتراوح رقم حموضتها بين ٦.٥ – ٧.٥
٢- أراضي قلوية، رقم حموضتها أكثر من ٧.٥
٣- أراضي حامضية، رقم حموضتها أقل من ٦.٥

تأثير حموضة التربة على نمو المحاصيل

تؤثر حموضة التربة على نمو نباتات المحاصيل عن طريق تأثيرها على يسر العناصر الغذائية للإمتصاص بواسطة النباتات، ففي الأراضي شديدة الحموضة (pH أقل من ٥.٥) تنمو فيها النباتات نموا ضعيفا بسبب التأثيرات السامة للتركيزات العالية من الألومنيوم والهيدروجين والمنجنيز مما يؤدي إلى نقص نمو جذور النباتات ونقص امتصاص العناصر الغذائية ولذلك فتظهر أعراض نقص العناصر المغذية الكبرى على النباتات. أما الأراضي القلوية فإن النباتات تعاني من نقص الزنك والنحاس والبورون والمنجنيز، بينما تحتوي الأراضي شديدة القلوية (pH أكثر من٩) على نسبة عالية من الصوديوم.

وأن رقم حموضة التربة الأمثل لنمو معظم المحاصيل يتراوح بين ٥.٥ – ٧.٥، ولكن هناك بعض النباتات التي تستطيع أن تنمو في أراضي ذات رقم حموضة أكبر أو أقل من هذا المجال.

ومن محاصيل الحقل التي تتحمل حموضة التربة: الشعير والذرة والشوفان والفول السوداني وفول الصويا والقمح والراي. ويعتبر القطن وبنجر السكر والدخن من المحاصيل متوسطة التحمل لحموضة التربة.

ثانيا- المادة العضوية

هي عبارة عن بقايا ومخلفات النباتات والحيوانات في مراحل مختلفة من التحلل بواسطة الكائنات الحية بالتربة، وينتج عن تحللها ما يسمى بـ"الدبال Humus" وهو عبارة عن مادة داكنة اللون ويحتوي على العديد من العناصر الغذائية اللازمة للنباتات وتختلف الأراضي المختلفة في محتواها من المادة العضوية، وأن المحتوى الأمثل من المادة العضوية بالتربة لنمو المحاصيل يتراوح بين ٤ -٦% من وزن التربة.

وعموما- تحتوي أراضي المناطق ذات المناخ الجاف الحار على نسبة أقل مما تحتويه أراضي المناطق ذات المناخ الرطب، ويرجع ذلك إلى سرعة تحلل المادة العضوية في المناطق الجافة عن المناطق الرطبة.

أهمية المادة العضوية للمحاصيل

١- تمد المحاصيل المنزرعة بالعناصر الغذائية اللازمة لنموها وذلك بعد تحللها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في التربة.

٢- تساعد المادة العضوية في تحسين بناء التربة، مما يساعد في زيادة تهوية التربة، مما يؤدي إلى زيادة نمو ةانتشار جذور النباتات.

٣- زيادة امتصاص الأرض للحرارة عن طريق إعطاء الدبال اللون الداكن للتربة مما يساعد على زيادة نمو الجذور.

٤- زيادة صلاحية بعض العناصر الغذائية للإمتصاص بواسطة النباتات عن طريق بعض الأحماض التي تنتج من تحلل المادة العضوية.

٥- تعمل على زيادة قدرة الأرض على الإحتفاظ بالماء وخصوصا في الأراضي الرملية.

ثالثا- هواء التربة

هو الهواء الذي يشغل الفراغات البينية الخالية من محلول التربة، ويحتوي هواء التربة على نسبة عالية من غاز ثاني أكسيد الكربون، إذ تصل إلى حوالي عشرة أضعاف نسبته في الهواء الجوي، ويرجع ذلك إلى غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تنفس جذور النباتات والكائنات الحية الموجودة بالتربة، وتحلل المواد العضوية، وعلى العكس من ذلك فإنه يحتوي على تركيز من الأكسجين أقل من تركيزه في الهواء الجوي ويزداد نقصه بزيادة عمق التربة.

ويحدث سوء التهوية في الأراضي نتيجة إلى زيادة محتوى التربة من الماء إلى درجة التشبع وذلك نتيجة للري بكميات كبيرة من المياه أكثر من اللازم أو ارتفاع مستوى الماء الأرضي وعدم وجود صرف، حيث تبقى التربة مشبعة بالماء لفترة طويلة.

أهمية تهوية التربة لنباتات المحاصيل

١- تعتبر تهوية التربة ضرورية لإنبات بذور نباتات المحاصيل ونمو وانتشار جذورها (ماعدا محصول الأرز).

٢- تعمل التهوية على زيادة خصوبة الأرض وزيادة نمو المحاصيل لأنها تعمل على نشاط البكتيريا النافعة مثل بكتيريا التأزت والبكتيريا التي تقوم بتحليل المادة العضوية بالتربة وبكتيريا تثبيت الأزوت الجوي (راجع الباب السادس).

٣- تعمل التهوية على تحويل بعض العناصر الغذائية بالأرض من صورة غير صالحة للامتصاص بواسطة النباتات إلى صورة صالحة للامتصاص مثل الفوسفور.

وعموما- تختلف أنواع المحاصيل المختلفة في درجة احتياج بذورها للأكسجين لكي تنبت، حيث تحتاج بذور الفول والقمح والذرة الشامية إلى تركيز أعلى من الأكسجين في هواء التربة عن بذور الذرة الرفيعة والبرسيم وغيرها، بينما تنبت بذور حبوب الأرز والبرسيم في أرض مغمورة أو مشبعة بالماء.

كما تختلف المحاصيل المختلفة أثناء نموها في الحقل في درجة تحملها لنقص تهوية التربة حيث أن محصول الذرة الشامية يعتبر حساسا لنقص تهوية التربة وخصوصا في الأطوار الأولى من حياة النبات (حتى عمر ٤٠ يوم من

ظهور البادرات فوق سطح التربة)، في حين أن محاصي القمح وفول الصويا والفول البلدي والفول السوداني وغيرها متوسطة التحمل لنقص أكسجين الأرض. أما بالنسبة لمحصول الأرز فيعتبر مقاوما لسوء تهوية التربة، حيث أنه يزرع في الأرض المغمورة بالماء طول حياة النبات، ويرجع ذلك إلى أن النبات ذو تركيب تشريحي يسمح بامتصاص الأكسجين الناتج من عملية التمثيل الضوئي في الأوراق إلى الجذور.

وعموما- تنمو معظم محاصيل الحقل نموا طبيعيا عندما يكون محتوى أكسجين هواء التربة حوالي ٢١%، ثم يقل بعد ذلك ويتوقف تماما عندما يصل إلى ٢%.

ومن أهم العلامات التي تظهر على النباتات التي تعاني من نقص تهوية التربة هي اصفرارا الأوراق وضعف نمو النباتات وموتها في النهاية إذا استمرت هذه الحالة من نقص التهوية.

ومن الجدير بالذكر، أن هناك بعض العمليات الزراعية مثل الحرث والعزيق تساعد على زيادة تهوية التربة، وكذلك عملية صرف الماء الزائد عن حاجة النبات سواء فوق أو تحت سطح التربة.

رابعا- محلول التربة

هو عبارة عن الماء وما به من أملاح ذائبة، كما يحتوي على الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في صورة ذائبة. وأن زيادة تركيز الأملاح في محلول التربة عن حد معين يؤدي إلى تحويل الأرض إلى أرض متأثرة بالأملاح وهذا يؤدي إلى نقص نمو محاصيل الحقل (راجع الباب الثالث).

وعموما- تحتوي الأراضي الطينية الثقيلة على كمية أكبر من محلول التربة عن الأراضي الرملية الخشنة. ويتأثر محلول التربة بعمليات التبخر والصرف وامتصاص الجذور للعناصر الغذائية الموجودة به.

خامسا- الكائنات الحية بالتربة

تحتوي الأرض الزراعية على أعداد هائلة من الكائنات الحية، وتختلف هذه الكائنات في حجمها من كائنات حية كبيرة الحجم يمكن رؤيتها بالعين المجردة إلى كائنات حية دقيقة نباتية أو حيوانية لا ترى بالعين المجردة، وفيما يلي أهم الكائنات الحية النافعة بالتربة:

أ- **الديدان:** تعتبر دودة الأرض أهمها وأكثرها انتشارا في الأرض الزراعية، وتوجد بكثرة في الأراضي الرطبة الغنية بالمادة العضوية. وتعمل دودة الأرض على تحسين تهوية التربة بسبب الأنفاق التي تحفرها في التربة.

ب-**الكائنات الحية الدقيقة:** تحتوي الأرض الزراعية على العديد من الكائنات الحية الدقيقة والتي لا ترى بالعين المجردة وأهمها ما يلي:

١- **الطحالب:** تتواجد غالبا في المياه والبيئات الرطبة وتقوم بتثبيت الأزوت الجوي في أجسامها، وبعد موتها وتحللها تستفيد منه النباتات.

٢- **الفطريات:** هي كائنات حية تقوم بتحليل المادة العضوية الموجودة في التربة إلى مواد بسيطة يستفيد منها النباتات

٣- **البكتيريا:** هي كائنات حية دقيقة وحيدة الخلية بعضها هوائي وبعضها لا هوائي وتوجد في الأرض الزراعية بأعداد كبيرة جدا وتحصل البكتيريا على الطاقة اللازمة لنموها وتكاثرها من تحلل المادة العضوية الموجودة في التربة إلى مركبات يستفيد منها المحصول المنزرع. وتقوم أنواع معينة من البكتيريا بتثبيت الأزوت الجوي، ويوجد نوعان من البكتيريا التي تثبت الأزوت الجوي هي:

١- بكتيريا تعيش حرة في التربة

٢- بكتيريا تعيش معيشة تبادل منفعة مع النباتات البقولية وتسمى Rhizobiom.

وسوف نناقش موضوع تثبيت الأزوت الجوي في الباب السادس.

الباب السادس

التثبيت الحيوي (البيولوجي) للنيتروجين

Biological Nitrogen Fixation

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

يعتبر النيتروجين هو العامل الرئيسي المحدد لإنتاج محاصيل الحقل، كما تحتاجه النباتات بكميات كبيرة نسبيا، إذ يأتي في المرتبة الرابعة بعد الكربون والهيدروجين والأكسجين من حيث الكمية التي تحتاجها النباتات.

وعموما- لا يوجد نقص في عنصر النيتروجين في أي مكان على سطح الأرض إذ يشكل ٧٨% تقريبا من الهواء الجوي، وعلى الرغم من ذلك فلا يمكن لنباتات المحاصيل الإستفادة منه على هذه الصورة الغازية (N_2) إلا بعد تثبيته في صورة صالحة للإمتصاص.

وعملية تثبيت النيتروجين الجوي هي عملية تحويل النيتروجين الجوي N_2 إلى أمونيا NH_3^+ والتي يمكن للنباتات الاستفادة منها.

طرق تثبيت النيتروجين الجوي

١- تثبيت النيتروجين في الجو عن طريق البرق Lightning

إن النيتروجين الجوي غاز خامل، إلا أنه يعطي تفاعلات مهمة بالحرارة المرتفعة ولا سيما مع الهيدروجين والأكسجين.

وينتج عن البرق عادة طاقة وحرارة هائلة كافية لكسر الروابط القوية بين ذرات النيتروجين، مما يتيح لذرات النيتروجين أن تتفاعل مع أكسجين الهواء الجوي مكونة حمض النيتريك والذي تحمله مياه الأمطار إلى الأرض وتتكون منه النترات التي تستفيد منها النباتات.

ومن الجدير بالذكر، أن كمية النيتروجين المثبته عن طريق البرق تعتبر قليلة بالمقارنة بالكميات المثبته بالطرق الصناعية أو البيولوجية كما سيأتي ذكره.

٢- تثبيت النيتروجين كيماويا باستخدام طريقة هابر – بوش

تعتبر طريقة هابر – بوش Haber – Bosch هي الطريقة الرئيسية الكيماوية الصناعية لتثبيت النيتروجين الجوي وإنتاج الأمونيا على نطاق تجاري، وذلك عن طريق تفاعل النيتروجين والهيدروجين مباشرة تحت ضغط عالي حوالي ٢٠٠ ضغط جوي وتحت درجة حرارة عالية جدا حوالي ٥٠٠°م في وجود عامل محفز.

وتمثل كمية النيتروجين المثبته بهذه الطريقة حوالي ٤٠% من احتياجات العالم من النيتروجين اللازم للسماد النيتروجيني.

ومن الجدير بالذكر، أن هذا الابتكار (طريقة هابر – بوش) لتثبيت النيتروجين يعتبر واحدا من أعظم الاختراعات خلال القرن العشرين وحتى الآن، حيث أدى إلى توفير السماد النيتروجيني اللازم للزراعة في جميع أنحاء العالم، مما أدى بدوره إلى زيادة إنتاج الغذاء اللازم لإطعام ملايين من البشر في جميع أنحاء العالم. وتكريما لجهود هذين العالمين الألمانيين هابر وبوش في إبتكار هذه الطريقة فقد حاز كلا منهما على جائزة نوبل في الكيمياء.

٣- التثبيت الحيوي (البيولوجي) للنيتروجين

يعتبر تثبيت النيتروجين حيويا ذو أهمية زراعية كبيرة، كما يعتبر من أهم العمليات الحيوية على سطح الأرض والتي تلي عملية التمثيل الضوئي في الأهمية، وفيها يتم تحويل النيتروجين الجوي (N_2) إلى أمونيا (NH_3) بواسطة الكائنات الحية الدقيقة مثل أنواع عديدة من البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة. وتقسم الكائنات الحية الدقيقة المثبته للنيتروجين الجوي إلى:

أولا- الكائنات الحية الدقيقة المثبته للنيتروجين لا تكافليا Nonsymbiotic

إن الكائنات الحية الدقيقة التي تتبع هذه المجموعة تعيش معيشة حرة في التربة أو الماء وتقوم بتثبيت النيتروجين بدون مشاركة أو تعاون كائنات حية أخرى وأهم هذه الكائنات هي البكتريا الهوائية واللاهوائية وبعض الطحالب الخضراء المزرقة.

ومن الجدير بالذكر، أن النيتروجين المثبت بواسطة هذه الكائنات يكون في صورة بروتينات داخل خلاياها، ولذلك فلا تستفيد منه النباتات إلا بعد موتها وتحللها في التربة.

أ- البكتريا

١- البكتريا الهوائية: وأهم البكتريا التابعة لهذه المجموعة تنتمي إلى جنس أزوتوباكتر Azotobacter وجنس أزوسبريللم Azospirillum. وتعتبر البكتريا التابعة لهذه الأجناس ذات أهمية كبيرة في تثبيت النيتروجين الجوي في الطبيعة، كما تعتبر بكتريا الأزوتوباكتر أكثر أهمية في تثبيت النيتروجين الجوي في الأرض الزراعية وخصوصا الأراضي جيدة التهوية وهذا يعمل على زيادة خصوبة التربة. وتستخدم هذه البكتيريا على نطاق تجاري في الزراعة وخصوصا في عمل سماد حيوي Biofertilizer والذي يطلق عليه أزوتوباكتريم Azotobacterim، والذي يستخدم بطرق مختلفة أهمها إضافته للتربة مباشرة أو عن طريق خلطه بالبذور قبل الزراعة بغرض زيادة أعداد البكتيريا في التربة مما يؤدي إلى زيادة كمية النيتروجين المثبته. ولقد وجد أن معاملة بذور كثير من المحاصيل الغير بقولية بواسطة الأزوتوباكتريم قد أدت إلى زيادة النمو والمحصول بالمقارنة بالنباتات الغير معاملة .

٢- البكتيريا اللاهوائية: تعتبر البكتيريا التابعة لجنس كلوستريديم Chlostridium أكثر هذه المجموعة انتشارا وأهمية من الناحية الزراعية.

ب- الطحالب الخضراء المزرقة Blue –green algae

تقوم الطحالب الخضراء المزرقة والتي تعرف الآن باسم البكتيريا الخضراء المزرقة Cyanobacteria. تعيش معيشة حرة في الأراضي المغمورة بالماء وتقوم بعملية التمثيل الضوئي وبالإضافة إلى ذلك فتقوم بتثبيت النيتروجين الجوي. وتعتبر بعض أفراد هذه المجموعة من الكائنات الحية الرئيسية المثبته للنيتروجين في الأراضي المغمورة بالماء مثل حقول الأرز، ولذلك ففي دول جنوب شرق آسيا تضاف الطحالب الخضراء المزرقة إلى حقول الأرز وبالتالي تزيد خصوبة التربة وتوفير في كمية السماد النيتروجيني الواجب إضافتها للأرز. ويعتبر الجنس نوستوك Nostok وجنس أنابينا Anabaena أكثر الطحالب الخضراء المزرقة انتشارا.

ثانيا- الكائنات الحية المثبته للنيتروجين تكافليا Symbiotic

يعتبر تثبيت النيتروجين الجوي تكافليا أهم نظم تثبيت النيتروجين، إذ يلعب دورا هاما في تحسين خصوبة التربة وزيادة إنتاجية المحاصيل المنزرعة.

وهناك العديد من الكائنات الحية التي تتعايش مع كائنات حية أخرى معيشة تكافلية (تبادل منفعة Symbiotic)، وهي عبارة عن معيشة كائنين مختلفين معا بحيث يستفيد كل منهما من الآخر دون حدوث ضرر لأي منها ومن أهم الأمثلة على ذلك والتي تهم منتج المحاصيل هي العلاقة التكافلية بين النباتات البقولية وبكتيريا الريزوبيوم وكذلك العلاقة التكافلية بين بعض الطحالب الخضراء المزرقة وبعض النباتات السرخسية Ferns.

أ- العلاقة التكافلية بين النباتات البقولية وبكتيريا الريزوبيوم

يعتبر تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة بكتيريا الريزوبيوم Rhizobium والنباتات البقولية ذو أهمية زراعية كبيرة إذ يعتبر مصدرا متجددا للنيتروجين في الأرض الزراعية وزيادة خصوبتها وتوفير في كمية السماد النيتروجيني الواجب إضافتها للتربة.

وتتم عملية تثبيت النيتروجين تكافليا بواسطة النباتات البقولية وبكتيريا الريزوبيوم عن طريق نمو بكتيريا الريزوبيوم على جذور النباتات البقولية مكونة عقدا جذرية Nodules، وتنشأ بين البكتيريا والنبات البقولي علاقة تبادل منفعة أو معيشة تكافلية، وفيها تحصل البكتيريا من النبات البقولي على الغذاء اللازم لها، وفي نفس الوقت تمد البكتيريا النبات البقولي بالمواد النيتروجينية التي تقوم بتثبيتها.

ولقد قسمت النباتات البقولية تبعا لأنواع وسلالات بكتيريا الريزوبيوم التي تعيش على جذورها إلى عدة مجموعات كما هو مبين بجدول (٦ - ١).

ومن الجدير بالذكر، أن بكتيريا الريزوبيوم تختلف كثيرا في تخصصها حسب نوع النبات البقولي، وقد تختلف بعض السلالات في تثبيت النيتروجين حتى بين الأصناف التابعة لنفس النوع.

جدول (٦- ١). سلالات البكتيريا العقدية ومحاصيل الحقل البقولية التي تعيش على جذورها.

نوع البكتيريا	اسم المجموعة	المحاصيل البقولية التي تضمها
Rhyzobiom mililoti	مجموعة البرسيم الحجازي	البرسيم الحجازي – الحلبة
R. japonicum	مجموعة فول الصويا	فول الصويا
R. trifolii	مجموعة البرسيم	البرسيم المصري
R. leguminosarum	مجموعة البسلة	الفول البلدي – العدس
R. lupine	مجموعة الترمس	الترمس
R. rodyrhizobium spp.	مجموعة لوبيا العلف	لوبيا العلف – الفول السوداني – فول المانج
R. ciceri	مجموعة الحمص	الحمص

تكوين العقدة الجذرية Nodule formation

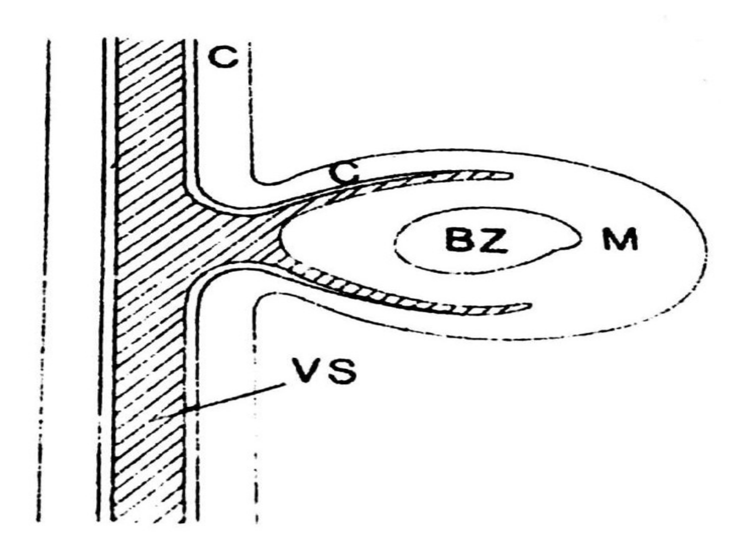
تعيش بكتيريا الريزوبيوم عادة معيشة حرة في التربة، وعندما تجد جذور النبات البقولي المناسب تبدأ عملية تكوين العقد الجذرية كما يلي:

١- تفرز جذور النبات البقولي مواد كيماوية عضوية فإذا حدث توافق بين هذه المواد مع المادة العضوية الموجودة على سطح جدار خلية البكتيريا فيحدث انجذاب والتصاق البكتيريا بالشعيرة الجذرية للنبات البقولي.

٢- يحدث التواء للشعيرة الجذرية نتيجة لفعل هرمون اندول حمض الخليك والذي يتحفز إنتاجه بواسطة البكتيريا.

٣- يتكون ثقب في الجدار الخلوي للشعيرة الجذرية وتكوين خيط الإصابة (العدوى) لنقل خلايا البكتيريا إلى القشرة الداخلية للجذر Cortex.

٤- تتكاثر البكتيريا داخل القشرة وتبدأ خلايا الجذر المصاب في النشاط وتنقسم وتتضخم مكونة العقدة Nodule ويسمى هذا الطور بـ "البكتيرويد Bacteroid" (شكل ٦-١). ومع تكوين البكتيرويد تتكون حزم وعائية في العقدة تتصل بالحزم الوعائية لجذر النبات البقولي والتي تقوم بنقل السكريات والماء والعناصر المعدنية إلى العقدة البكتيرية، كما تقوم بنقل النيتروجين الجوي في وجود انزيم النيتروجينيز Nitroganase.



شكل (٦-١). قطاع طولي في جذر نبات بقولي وعقدة جذرية. القشرة (C)، حزمة وعائية (VS)، الميرستيم (M)، منطقة البكتيرويد في العقدة (BZ).

ومن الجدير بالذكر، أن انزيم النيتروجينيز يفقد فاعليته في وجود الأكسجين، ونظرا لحاجة البكتيريا للأكسجين حتى تنمو نموا طبيعيا، فإن البكتيريا تعمل على تكوين مادة بروتينية تشبه الهيموجلوبين الموجود في دم الإنسان تسمى "ليجهيموجلوبين أو الهيموجلوبين البقولي Leghemoglobin" في البكتيرويد وهي التي تعطي اللون الأحمر للعقدة ووظيفتها تنظيم عملية انتشار الأكسجين إلى العقدة البكتيرية بتركيز منخفض حتى لا يقلل من فاعلية انزيم النيتروجينيز. ولقد وجد أن هناك علاقة بين فعالية انزيم النيتروجينيز وتثبيت النيتروجين في النباتات البقولية مع محتوى الهيموجلوبين البقولي، حيث تدل العقد ذات اللون الأحمر إلى زيادة فعالية انزيم النيتروجينيز وعلى العكس من ذلك إذا كان لون العقد أبيض أو أصفر فهذا يدل على عدم فعالية انزيم النيتروجينيز في تثبيت النيتروجين.

وهنا تجدر الإشارة إلى أنه قد تتحرر البكتيريا من العقدة وتنتقل إلى الأرض في حالة انخفاض معدل التمثيل الضوئي للنبات البقولي ونقص معدل انتقال المواد الغذائية منه إلى العقدة.

التلقيح البكتيري Inoculation

يعتبر التلقيح البكتيري من أهم المعاملات الزراعية التي تجرى للمحاصيل البقولية، لأنه تحت ظروف الحقل يمكن أن يقل أو ينعدم وجود بكتيريا الريزوبيوم في التربة بسبب الظروف الأرضية الغير مناسبة مثل رقم حموضة التربة أو جفاف التربة أو تعريض التربة للشمس أثناء عمليات الخدمة أو استخدام مبيدات الآفات المختلفة.

ومن هنا تأتي أهمية وضرورة إجراء التلقيح البكتيري، وهو عبارة عن عملية معاملة بذور المحاصيل البقولية قبل زراعتها باللقاح البكتيري المناسب من بكتيريا الريزوبيوم بغرض توفير أعداد كبيرة من البكتيريا الفعالة على سطح البذور وإصابة الجذور بعد الإنبات وتكوين العقد الجذرية. وأن فشل إصابة بكتيريا الريزوبيوم للنبات البقولي وتكوين عقدا جذرية يرجع أساسا إلى نقص في تكوين المجموع الجذري للنبات أو لعدم قدرة البكتيريا على إصابة الشعيرات الجذرية.

الأهمية الزراعية للتلقيح البكتيري

ترجع الأهمية الزراعية للتلقيح البكتيري إلى الآتي:

١- زيادة كمية محصول النبات البقولي زيادة كبيرة نسبيا، وخصوصا في الأراضي التي تزرع لأول مرة بهذا المحصول البقولي، أو في الأراضي الجديدة حديثة الإستزراع أو في الأراضي الحامضية أو القلوية حيث أدت معاملة بذور البرسيم الحجازي باللقاح البكتيري المناسب ثم زراعتها في الأراضي الحامضية والتي يتراوح رقم حموضتها (pH) من ٤.٨ – ٥.٧ إلى زيادة كمية المحصول بمقدار سبعة أو ثمانية أضعاف بالمقارنة بالبذور الغير معاملة باللقاح البكتيري.

٢- خفض تكاليف إنتاج المحصول البقولي، إذ أن التلقيح البكتيري الناجح يؤدي إلى سد كل أو معظم احتياجات المحصول البقولي من النيتروجين عن طريق تثبيت الأزوت الجوي بواسطة العقد الجذرية التي تتكون على جذوره ولذلك فلا يحتاج المحصول البقولي غالبا إلى تسميد نيتروجيني أو قد يحتاج لكميات قليلة جدا (١٥ – ٢٠ كجم /فدان فقط) تضاف في بداية حياة النبات.

٣- يؤدي التلقيح البكتيري إلى زيادة خصوبة التربة، وبالتالي يؤدي إلى زيادة كمية محصول المحاصيل التي تعقب المحصول البقولي في الدورة

الزراعية، حيث يتم تحلل بقايا المحصول البقولي وتنطلق المواد الأزوتية إلى التربة.

طرق التلقيح البكتيري

لقد تطورت طرق التلقيح البكتيري بمرور الوقت، حيث كانت تتم في الماضي عن طريق نقل كمية من التربة من الحقول التي سبق زراعتها بالمحصول البقولي المراد زراعته إلى الأراضي الجديدة المراد زراعتها بنفس المحصول، أو خلط كمية من التربة التي تحتوي على بكتيريا العقد الجذرية الخاصة بالمحصول البقولي المراد زراعته بكمية من الماء ثم يؤخذ الراشح ويخلط جيدا بالبذور ثم تزرع. ويعاب على طريقة نقل التربة أنها شاقة ومكلفة وقد تحتوي التربة المنقولة على بعض الآفات الحشرية أو الفطرية التي تضر بالمحصول البقولي المراد زراعته، كما قد تحتوي على بذور الحشائش.

وحاليا تتبع طرق حديثة عبارة عن تحضير سلالات بكتيريا الريزوبيوم الخاصة بكل محصول بقولي إما في صورة مستحضرات في صورة حبيبات Granules وهذه تضاف للتربة مباشرة عن طريق آلات التسطير، أو في صورة سائلة تستخدم مع ماء الري في حالة الري بالتنقيط.

وفي مصر يتم تلقيح بذور المحاصيل البقولية قبل زراعتها عن طريق معاملة البذور بواسطة سلالات بكتيريا الريزوبيوم الخاصة بكل محصول بقولي منتجة في صورة مستحضرات يطلق عليها مخصب حيوي وأهمها العقدين والريزوباكتيرين وهي لقاحات تحتوي على بكتيريا الريزوبيوم التي تقوم بتثبيت النيتروجين الجوي.

الشروط الواجب مراعاتها عند اجراء التلقيح البكتيري

١- يجب استخدام اللقاح البكتيري الخاص بكل محصول بقولي، حيث أن لكل محصول بقولي لقاح بكتيري خاص به.

٢- يجب أن تجرى عملية التلقيح البكتيري في مكان ظليل حتى لا تتعرض البذور لأشعة الشمس المباشرة حتى لا تموت البكتيريا.

٣- يجب استخدام محلول من السكر أو الصمغ المطحون كمحلول لاصق ليساعد على تثبيت البكتيريا على البذور، ويتم خلط العقدين بالمحصول اللاصق مع البذور حتى يتم تلقيح كل البذور.

٤- يجب زراعة البذور المعاملة باللقاح البكتيري بعد جفافها مباشرة ثم ريها على أن يتم زراعة البذور خلال ساعة من وقت التلقيح، وإذا تعذر ذلك فيجب تخزينها في مكان بارد درجة حرارته حوالي ٥°م حتى لا تموت البكتيريا.

٥- يجب تغطية البذور عقب زراعتها مباشرة حتى لا تتعرض للشمس مما يؤدي إلى موت البكتيريا.

٦- يجب عدم استخدام لقاح بكتيري مضى على إنتاجه أكثر من ثلاثة أشهر.

٧- في حالة معاملة البذور بمبيدات الآفات يجب أن تتم إضافة اللقاح البكتيري عن طريق خلطه برمل أو تربة ناعمة منداه بالماء ثم إضافة المخلوط سرسبة بالقرب من الجور التي زرعت قيها التقاوي ويغطى بالتربة ثم الري.

٨- يجب زيادة كمية اللقاح البكتيري بمقدار ٢ – ٣ أضعاف عند الزراعة في الأراضي الجديدة حديثة الإستزراع أو الأراضي الحامضية أو القلوية وذلك لخلو هذه الأراضي من بكتيريا العقد الجذرية الفعالة أو إحتوائها على أعداد قليلة جدا.

فترة بقاء بكتيريا الريزوبيوم حية في التربة

إن الفترة التي تظل فيها بكتيريا الريزوبيوم حية في التربة تتوقف على العديد من العوامل أهمها: حموضة التربة ومحتوى التربة من الرطوبة ومحتواها من المادة العضوية وطول الفترة التي تنقضي بين زراعة المحاصيل البقولية والعائلة لبكتيريا الريزوبيوم.

ومن الجدير بالذكر، أن الأراضي الرملية تجف بسرعة، ولذلك فتفقد الريزوبيوم الموجود فيها بسرعة، كما تفقد الأراضي الحامضية البكتيريا الموجودة فيها بسرعة بسبب حموضة التربة الزائدة.

ولقد أثبتت بعض الدراسات وجود أعداد كافية من بكتيريا *R. japonicum* لتكوين العقد الجذرية على نبات فول الصويا بعد مرور عشر سنوات على الأقل من الزراعة المستمرة لمصول الذرة وبدون زراعة فول الصويا خلال تلك الفترة في نفس الأرض.

العوامل البيئية التي تؤثر على تثبيت النيتروجين بواسطة الريزوبيوم

تؤثر العديد من العوامل البيئية على تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة بكتيريا العقد الجذرية وأهمها ما يلي:

أولا- العوامل الأرضية

١- الرطوبة الأرضية

إن نقص الرطوبة الأرضية من العوامل الهامة التي تثبط تكوين العقد الجذرية ونقص فاعلية انزيم النيتروجينيز وتثبيت النيتروجين حتى ولو كانت التربة محتوية على أعداد كبيرة من البكتيريا الفعالة والخاصة بالمحصول المنزرع.

وعموما- فإن نسبة الرطوبة الأرضية المثلى لتكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين تتراوح بين ٦٠ – ٨٠% من السعة الحقلية، وأن رطوبة التربة الزائدة أو الغمر المستمر للتربة يؤدي إلى نقص تكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين.

٢- محتوى التربة من العناصر الغذائية

يؤثر محتوى التربة من العناصر المعدنية على تكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين الجوي، ويعتبر عنصر المولبدينم والحديد والكبريت من العناصر المعدنية الهامة المحددة لتكوين العقد الجذرية ونشاط انزيم النيتروجينيز وتثبيت النيتروجين لأنها تدخل في تكوين انزيم النيتروجينيز، كما يؤدي نقص العناصر المغذية الكبرى مثل البوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم إلى نقص نشاط إنزيم النيتروجينيز كما يعتبر عنصر البورون والنحاس من العناصر المغذية الصغرى الضرورية لتكوين العقد الجذرية واستمرار نشاطها وتثبيت النيتروجين.

ومن الجدير بالذكر، أن زيادة تركيز النيتروجين في التربة يؤدي إلى نقص العقد الجذرية ونقص فاعلية انزيم النيتروجينيز وبالتالي نقص تثبيت النيتروجين بواسطة بكتيريا العقد الجذرية، ولذلك فإن تسميد المحاصيل البقولية بواسطة الأسمدة النيتروجينية قليل الفائدة غالبا، ولكن قد يضاف السماد النيتروجيني في بعض الحالات بكميات قليلة كجرعة تنشيطية للنباتات البقولية عند الزاعة وهذه تساعد في سرعة نمو النبات البقولي وتكوين مجموع جذري كبير في بداية حياته.

٣- رقم حموضة التربة (pH)

تختلف سلالات بكتيريا العقد الجذرية في درجة تحملها لرقم حموضة التربة، وتعتبر بكتيريا العقد الجذرية حساسة لحموضة التربة العالية حيث يقل عددها ونشاطها كثيرا في الأراضي الحامضية. وعموما- يتراوح رقم (pH) التربة المناسب لتكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين بين ٥.٥ – ٧.٥.

ويمكن زيادة تكوين العقد الجذرية على جذور النباتات البقولية في الأراضي الحامضية عن طريق: رفع pH التربة إلى المستوى المناسب وذلك عن طريق إضافة الجير (كربونات الكالسيوم) للتربة، أو زراعة محصول بقولي مقاوم لحموضة التربة، أو استعمال سلالة بكتيرية مقاومة لحموضة التربة.

٤- درجة حرارة التربة

تختلف درجة حرارة التربة المناسبة لتكوين العقد الجذرية باختلاف السلالات البكتيرية، وعموما- تعتبر درجة حرارة التربة المثلى لتكوين العقد الجذرية لكثير من السلالات البكتيرية تتراوح بين ٢٠ - ٢٨°م.

وعموما- يمكن القول بأن العوامل الأرضية التي تناسب المحصول البقولي وتؤدي إلى زيادة نموه، فإنها أيضا تؤدي إلى زيادة تكوين العقد الجذرية وتثبيت النيتروجين الجوي.

ثانيا- مبيدات الآفات Pesticides

إن معاملة بذور النباتات البقولية قبل زراعتها بمبيدات الآفات تؤدي إلى تقليل عدد البكتيريا الجذرية التي تتكون على الجذور ونقص تثبيت النيتروجين، ولذلك فينصح في هذه الحالة بإضافة اللقاح البكتيري إلى التربة سرسبة بجوار جور زراعة المحصول كما سبق أن ذكرنا.

كمية النيتروجين التي تثبتها بكتيريا الريزوبيوم تكافليا مع المحاصيل البقولية

تختلف كمية النيتروجين المثبته بواسطة بكتيريا الريزوبيوم باختلاف سلالة البكتيريا ونوع المحصول البقولي والعوامل الأرضية وغيرها كما سبق أن ذكرنا. ولكن نظرا إلى صعوبة تقدير كميات النيتروجين المثبته بواسطة الريزوبيوم تحت ظروف الحقل، فإن كميات النيتروجين المثبته والتي تم

تقديرها بواسطة العديد من الباحثين كانت متباينة ويرجع ذلك أساسا إلى اختلاف الطرق التي اتبعت وإلى الظروف الأرضية وغيرها.

وعموما- وجد أن كمية النيتروجين المثبته بواسطة بكتيريا الريزوبيوم والنباتات البقولية تتراوح بين ٢٠ – ٦٠كجم نيتروجين/ فدان في السنة متوقفا ذلك على نوع المحصول البقولي والطريقة التي اتبعت في تقدير النيتروجين المثبت والظروف البيئية النامي فيها النبات البقولي.

ب- العلاقة التكافلية بين الطحالب الخضراء المزرقة (البكتيريا الزرقاء) وبعض النباتات السرخسية

تعيش بعض الطحالب الخضراء المزرقة (البكتيريا الزرقاء) مثل الأنابينا Anabaena والنوستوك Nostok (شكل ٦-٢) معيشة تكافلية مع بعض النباتات السرخسية.

والمثال على ذلك هو معيشة طحلب Anabaena القادر على تثبيت النيتروجين الجوي في معيشة تبادل منفعة مع نبات الأزولا Azola وهو نبات سرخسي مائي صغير يطفو على سطح الماء (شكل ٦-٢)، حيث تعيش الطحلب في تجاويف على السطح السفلي لأوراقه، حيث يوفر نبات الأزولا للطحلب الغذاء اللازم له، في حين يوفر الطحلب المواد الأزوتية التي يثبتها لنبات الأزولا.

وأن هذه المعيشة التكافلية بين الطحلب والأزولا تشبه مثيلتها بين بكتيريا الريزوبيوم والنبات البقولي.

وأن دور الطحالب الخضراء المزرقة في تثبيت النيتروجين الجوي بالتعايش مع نباتات الأزولا يعتبر هاما في تحسين خصوبة الأراضي المنزرعة بالأرز، حيث وجد أن كمية النيتروجين المثبته بواسطة الطحالب الخضراء المزرقة بالتعايش مع نبات الأزولا حوالي نصف كيلوجرام نيتروجين للفدان في اليوم الواحد، ونتيجة لذلك فإن الأزولا يستخدم كسماد حيوي Biofertilizer في كثير من دول العالم وخصوصا في دول جنوب شرق آسيا، حيث يتم خلطه بالتربة قبل الزراعة أو قبل الشتل.

وعموما- وجد أن الأزولا تمد نباتات الأرز بأكثر من نصف احتياجاتها من النيتروجين، ولذلك فيعمل على توفير في السماد الأزوتي الواجب إضافتها.



شكل (٦-٢). نبات الأزولا

ومن الجدير بالذكر، أن الأزولا نبات مائي سرخسي لا يكون أزهار أو بذور ويتكاثر عن طريق الأبواغ Spores. ويتكون النبات من ساق قصيرة وأوراق صغيرة خضراء وجذور قصيرة تنمو تحت سطح الماء. والنبات ينمو في مجموعات بسرعة كبيرة جدا في فترة قصيرة جدا إذ يمكن أن يتضاعف كل ٣-٥ أيام حيث يعمل على تغطية سطح الماء مكونا مظهرا يشبه السجادة الخضراء الداكنة إلى الحمرة (شكل ٦-٢) ويحتوي النبات على نسبة عالية من البروتين تزيد عن ٣٠% من الوزن الجاف، ولذلك فتستخدم كمكون هام في أعلاف الدواجن والأسماك والحيوانات وغيرها. كما يستخدم كسماد عضوي في حقوق الأرز في دول آسي، حيث يمد نباتات الأرز بأكثر من نصف إحتياجاتها من النيتروجين.

الباب السابع

الأراضي المتأثرة بالأملاح

Salt-affected soil

أ.د/ محمد الأسمر الهواري

الأراضي المتأثرة بالأملاح هي الأراضي التي تحتوي على نسبة عالية من الأملاح الذائبة أو الصوديوم المتبادل أو كلاهما والتي تؤدي إلى إعاقة نمو نباتات المحاصيل. وتنتشر هذه الأراضي على نطاق واسع في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بارتفاع درجة الحرارة ونقص سقوط الأمطار.

وتبلغ نسبة الأراضي المتأثرة بالأملاح في مصر أكثر من ٣٥% من المساحة الكلية، حوالي ٦٠% منها في شمال الدلتا، ٢٥% في وسط الدلتا و ٢٠% في مصر العليا.

العوامل التي تؤدي إلى تكوين الأراضي المتأثرة بالأملاح

أولا- عوامل طبيعية أهمها:

١- المناخ الجاف الحار مع انخفاض كمية الأمطار الساقطة إلى أقلل من ٣٠٠ملم.

٢- إنحلال مكونات التربة بفعل عوامل التجوية ثم تجميع الأملاح الناتجة من هذا الإنحلال، وخصوصا في المناطق ذات المناخ الجاف وقلة الأمطار، مما ينتج عنه عدم إزاحة هذه الأملاح إلى الطبقات السفلى من التربة.

٣- وجود الأراضي بالقرب من البحيرات الملحية والبحار حيث ينتقل الرزاز المحمل بالأملاح بواسطة الرياح إلى هذه الأراضي، كما هو الحال في بعض الأراضي المجاورة لبحيرات إدكو والمنزلة ومريوط والبرلس وغيرها.

٤- تتكون الأراضي الملحية في الأراضي التي كانت في الأصل بحيرات ثم جففت، كما هو الحال في بعض الأراضي في شمال الدلتا.

ثانيا- تطبيق عمليات زراعية غير سليمة

قد تتحول الأراضي الخصبة إلى أراضي ملحية نتيجة لتطبيق بعض العمليات الزراعية الغير سليمة وأهمها ما يلي:

١- الري بمياه آبار إرتوازية أو مياه مصارف تحتوي على نسبة عالية من الأملاح.

٢- إتباع طريقة الري بالغمر مع عدم الإهتمام بالصرف، مما يؤدي إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي إلى سطح التربة بواسطة الخاصة الشعرية، ثم يتبخر الماء تاركا الأملاح التي كانت مذابة فيه، مما يعمل على تراكم الأملاح على سطح التربة، وأن استمرار تجميع الأملاح بهذه الطريقة يؤدي في النهاية إلى تدهور إنتاجية الأرض، ويطلق على هذه العملية بـ"التمليح الثانوي". وهذا ما حدث في مصر في بعض المناطق في الدلتا.

٣- الإسراف في استخدام الأسمدة المعدنية.

تقسيم الأراضي المتأثرة بالأملاح

تقسم الأراضي المتأثرة بالأملاح إلى:

١- أراضي ملحية Saline soil

٢- أراضي ملحية قلوية Saline-alkaline soil

٣- أراضي قلوية Alkaline soil

ويبين جدول (٧-١) أهم صفات هذه الأراضي

وأن ارتفاع رقم حموضة الأراضي القلوية يعمل على إعاقة امتصاص بعض العناصر الغذائية بواسطة النبات (راجع الباب السادس). كما أن زيادة محتواها من الصوديوم يعمل على تفريق حبيباتها وهذا يؤدي إلى سوء تهويتها.

جدول (٧-١). أهم صفات الأراضي الملحية والملحية القلوية والقلوية

الصفة	الأرض الملحية	الأرض الملحية القلوية	الأرض القلوية
نسبة الأملاح الذائبة	تحتوي على نسبة عالية من الأملاح الذائبة المتعادلة وأهمها كلوريد الصوديوم وكبريتات الصوديوم والبوتاسيم والكالسيوم	تحتوي على نسبة عالية من الأملاح الذائبة المتعادلة	تحتوي على نسبة منخفضة من الأملاح الذائبة القلوية وأهمها كبريتات وبيكربونات الصوديوم
درجة التوصيل الكهربي لمستخلص عينة من التربة عند درجة التشبع	أعلى من ٤ ملليموز/ سم	أعلى من ٤ ملليموز/ سم	أقل من ٤ ملليموز/ سم
نسبة الصوديوم المتبادل (E.S.P)	أقل من ١٥%	أعلى من ١٥%	أعلى من ١٥%
رقم حموضة التربة PH	أقل من ٨.٥	أقل من ٨.٥	أعلى من ٨.٥

الظواهر الدالة على ملوحة الأرض

هناك بعض المظاهر التي تدل على ملوحة الأرض أهمها ما يلي:

١- خلو بعض الأماكن في الحقل من النباتات، وضعف وعدم انتظام نمو النباتات في الأماكن الأخرى من الحقل.

٢- تزهير الأملاح على سطح التربة وخصوصا في المناطق المرتفعة من الحقل.

٣- يظهر على النباتات الذبول أو العطش الفسيولوجي.

٤- ظهور شقوق سطحية غير عميقة على سطح الأرض عند جفافها.

٥- تكون التربة ذات مزاق ملحي.

٦- الأراضي القلوية ذات لون أسود قاتم مزرق.

تأثير ملوحة وقلوية التربة على نباتات المحاصيل في أطوار نموها المختلفة

تؤثر ملوحة وقلوية التربة على كل مراحل نمو النباتات، وسوف نوضح فيما يلي تأثير ملوحة التربة على نباتات محاصيل الحقل في طور الإنبات وطور النمو الخضري والثمري.

أولا- تأثير ملوحة التربة على انبات بذور محاصيل الحقل

إن زيادة تركيز الأملاح في التربة عن حد معين يؤدي إلى نقص سرعة ونسبة انبات بذور نباتات المحاصيل، ويرجع ذلك إلى: ارتفاع الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي أو التأثير السام لأيونات بعض العناصر، أو كلاهما معا.

وأن ارتفاع الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي يؤدي إلى ضعف قدرة البذور على امتصاص الماء من المحلول الأرضي وهذا يؤدي بدوره إلى نقص نسبة انبات البذور أو عدم إنباتها.

كما أن بعض أيونات العناصر مثل الصوديوم والكلوريد والبورون يكون لها تأثيرا ساما إذا امتصت بواسطة البذور بتركيزات عالية.

ثانيا- تأثير ملوحة التربة على النمو الخضري لنباتات المحاصيل

يؤدي زيادة تركيز الأملاح في التربة إلى نقص النمو الخضري لنباتات المحاصيل للأسباب الآتية:

١- زيادة الضغط الاسموزي للمحلول الأرضي، وهذا يؤدي إلى نقص قدرة النباتات على امتصاص الماء من المحلول الأرضي، ولذلك فإن النباتات المنزرعة في أرض ملحية تعاني من العطش على الرغم من توافر الماء في التربة، ويطلق على هذه الظاهرة بـ"العطش الفسيولوجي Physiological drought" ويؤدي نقص كمية الماء التي تمتصها النباتات إلى تقزم النباتات ونقص عدد الأوراق ومساحة السطح الورقي وذبول النباتات واصفرارها. كما يؤدي إلى نقص عدد الأفرع المتكونة وخصوصا في محاصيل الحبوب مثل القمح والشعير والأرز.

٢- التأثير السام لبعض العناصر على خلايا النبات نتيجة لتجمع كميات من هذه العناصر بالنبات مثل أيونات الصوديوم والكلوريد والبورون.

٣- يؤدي زيادة نسبة الصوديوم المتبادل في الأراضي الصودية القلوية إلى تفريق حبيباتها مما يؤدي إلى سوء تهويتها، مما يؤدي بدوره إلى نقص نمو الجذور وكذلك نشاط الكائنات الحية الأخرى.

٤- كما أن زيادة تركيز الأملاح في المحلول الأرضي وخصوصا الصوديوم والكلوريد يعيق امتصاص بعض العناصر الغذائية الكبرى مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم، كما تسبب عدم التوازن الغذائي بالنبات.

تأثير ملوحة التربة على النمو الثمري

تؤثر الملوحة على النمو الثمري لمحاصيل الحقل، وعلى سبيل المثال، تعمل على تأخير طرد النورات في محاصيل الحبوب ونقص عدد السنيبلات بالسنبلة، ونقص عدد ووزن الحبوب بالسنبلة وهذا يؤدي إلى نقص المحصول. ويمكن القول بأن ملوحة التربة تؤدي إلى نقص إنتاجية كل محاصيل الحقل ويتوقف مقدار النقص على نوع المحصول.

مما سبق يتضح أن ملوحة التربة تعتبر من أهم العوامل الأرضية التي تؤثر تأثيرا ضارا على كل المحاصيل في جميع أطوار نموها، وتختلف المحاصيل المختلفة في درجة تحملها لملوحة التربة كما يختلف المحصول الواحد في درجة تحمله للملوحة من طور إلى آخر، فقد وجد أن نباتات الذرة الشامية تكون أكثر تحملا لملوحة التربة في طور الإنبات عن أطوار النمو الأخرى، وعلى العكس من ذلك تعتبر نباتات بنجر السكر أكثر تحملا للملوحة في طور النمو الخضري عن طور الإنبات.

إصلاح الأراضي المتأثرة بالأملاح

أولا- الأراضي الملحية

عند البدء في اصلاح الأراضي الملحية يجب اتباع الآتي:

خفض تركيز الأملاح الذائبة في الأرض عن طريق عملية الغسيل Leaching وتتم عملية الغسيل عادة بمياه عذبة أو مياه منخفضة الملوحة، على أن تستمر هذه العملية حتى يصل تركيز الأملاح بالتربة إلى الحد الذي يمكن أن تتحمله بعض المحاصيل.

وعند إجراء عملية الغسيل يراعى ما يلي:

١- ضرورة توفر المياه اللازمة لعملية الغسيل.

٢- ضرورة توفر شبكة من المصارف المكشوفة للتخلص من مياه الغسيل وخفض مستوى الماء الأرضي إلى الحد الذي يمنع أو يقلل صعوده إلى اعلى.

٣- في حالة الأراضي ذات النفاذية العالية ووفرة المياه، يفضل غمر الأرض بالماء بارتفاع حوالي ١٠سم فوق سطح الأرض، أما في حالة الأراضي ضعيفة النفاذية أو عند قلة المياه، فيفضل أن تكون عملية الغسيل متقطعة، بحيث تغمر الأرض بالماء ثم تترك لتجف، ثم تحرث ثم يعاد غمرها بالماء، وتكرر هذه العملية إلى أن تنخفض الملوحة بالتربة إلى الحد الذي يمكن أن تتحمله بعض نباتات المحاصيل.

ثانيا- الأراضي الملحية القلوية أو القلوية

عند إصلاح واستزراع هذه الأراضي يجب إتباع الآتي:

١- خفض نسبة الصوديوم المتبادل أولا وذلك عن طريق إضافة الجبس الزراعي (كبريتات الكالسيوم) بكميات تكفي لخفض نسبة الصوديوم المتبادل إلى أقل من ١٠% مع مراعاة خلط الجبس بالطبقة السطحية من التربة.

٢- تجرى عملية الغسيل للتخلص من أملاح الصوديوم الناتجة من عملية إحلال الكالسيوم محل الصوديوم على غرويات التربة (المعدنية والعضوية) وذلك بنفس طريقة الغسيل المتبعة في الأراضي الملحية السابق ذكرها.

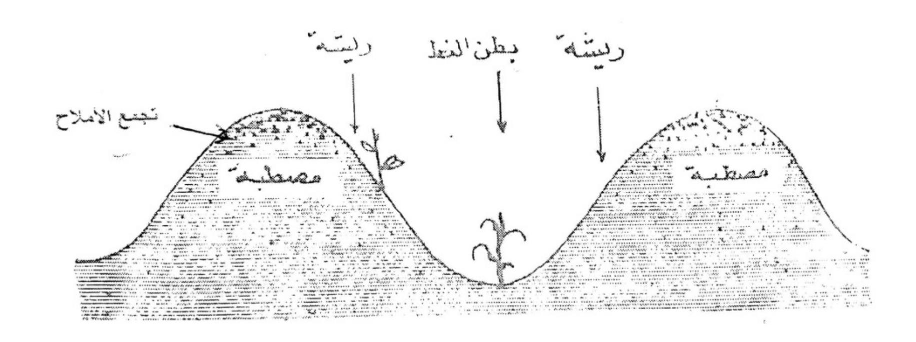
العمليات الزراعية الواجب مراعاتها عند استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح

١- الاهتمام بشبكة الصرف للتخلص من مياه الغسيل وخفض مستوى الماء الأرضي.

٢- المحافظة بقدر الإمكان على استواء سطح الأرض.

٣- إضافة الأسمدة العضوية بكميات كبيرة وذلك لتحسين خواص التربة.

٤- الزراعة على خطوط في بطن أو في الثلث الأسفل من الخط حيث يكون تركيز الأملاح أقل بسبب صعود الأملاح وتركمها في قمة الخط شكل (٧-١).



شكل (٧-١). زراعة المحاصيل في خطوط.
(لاحظ تجمع الأملاح في قمة الخط بعد الري)

٥- تروى الأرض رية غزيرة بعد الزراعة وصرف الماء الزائد، لتخفيف الأملاح حول البذور أثناء إنباتها.

٦- الري على فترات متقاربة لإبقاء تركيز الأملاح منخفضا دائما في منطقة نمو الجذور.

٧- إستخدام الأسمدة ذات التأثير الحامضي في الأراضي الملحية القلوية والأراضي القلوية، مثل إضافة النيتروجين في صورة سلفات النشادر، والفوسفور في صورة حامض فوسفوريك.

٨- إستخدام مياه صالحة للري، لأن استخدام مياه تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح سوف تؤدي إلى تراكمها في التربة ويؤدي إلى تمليح التربة من جديد، ولذلك فإنه يجب معرفة نوعية المياه قبل استعمالها

وعموما- يمكن القول بأنه يمكن استخدام مياه ري درجة توصيلها الكهربي حتى ١.٧٥ ملليموز/ سم (١١٠٠ جزء في المليون) في ري الأراضي المتأثرة بالأملاح جيدة الصرف مع زيادة كمية المياه المستعمله ليتسنى غسيل الأملاح المتبقية في التربة من الريات السابقة.

٩- في بداية استزراع الأراضي المتأثرة بالأملاح، يمكن زراعتها بمحاصيل تتحمل الغمر المستمر بالماء مثل الأرز والأمشوط وغيرها، مما يساعد على استمرار عملية الغسيل أثناء زراعتها، وهذا يعمل على انخفاض تركيز الأملاح بالتربة تدريجيا إلى أن تصبح صالحة لزراعة محاصيل متحملة الملوحة أو القلوية، ثم زراعة المحاصيل متوسطة التحمل.

تحمل المحاصيل للملوحة Crop salt tolerance

يعرف تحمل المحصول للملوحة بأنه أعلى تركيز من الملوحة يمكن أن يتحمله المحصول بدون أن يحدث أي نقص في كمية محصوله، بينما يتأثر سلبا في المستويات الأعلى من ذلك، وأن مستويات ملوحة التربة تقاس بوحدات ديسي سيمنز/ متر decisimens/ meter (ds/ m) أو الملليموز/ سم (millimoh/ cm) وكلا الوحدتان متساويتان في القيمة.

وعموما- تختلف المحاصيل المختلفة وكذلك أصناف المحصول الواحد في درجة تحملها لملوحة التربة، كما يختلف الصنف الواحد في درجة تحمله في أطوار نموه المختلفة لملوحة التربة، معبرا عنه بأعلى مستوى من الملوحة يمكن أن يتحمله المحصول وذلك بعد طور البادرات بدون أن يحدث أي نقص في محصوله. ويبين جدول (٧-٢) أعلى مستوى ملوحة يمكن أن يتحمله المحصول بدون أن يحدث له أي نقص في كمية محصوله.

جدول (٧-٢). أعلى مستوى ملوحة يمكن أن يتحمله المحصول بدون أن يحدث أي نقص في كمية محصوله.

المحصول	درجة التوصيل الكهربي (mmohs/ cm)	المحصول	درجة التوصيل الكهربي (mmohs/ cm)
القمح (للحبوب)	٦.٠	بنجر السكر (جذور)	٧.٠
الشعير (للحبوب)	٨.٠	قصب السكر (سيقان)	١.٧
الشعير (للعلف)	٦.٠	لوبيا العلف	٢.٥
الذرة الشامية (للحبوب)	١.٧	الفول البلدي	١.٥
الذرة الشامي (للعلف)	١.٨	البرسيم الحجازي	٢.٠
الذرة الرفيعة (للحبوب)	٦.٨	البرسيم المصري	١.٥
التريتيكال	٦.١	فول المانج	١.٨
الشوفان (للعلف)	٧.٦	فول الصويا	٥.٠
الراي (للحبوب)	١١.٤	الفول السوداني	٧.٢
حشيشة السودان	٢.٨	القطن	٧.٧
الجوار	٨.٨	الكتان	١٧

عن منظمة الأغذية والزراعة (FAO).

الباب الثامن

تجهيز الأرض للزراعة
Land preparation

د/ السيد فاروق محمد

يقصد بتجهيز الأرض للزراعة خدمتها وتحضير مهد (مرقد) جيد للبذرة قبل وضعها فيه، وهذه العملية مهمة جدا كعامل أساسى فى إنتاج أى محصول، **ومهد (مرقد) التقاوي** هو المكان الذى ستزرع فيه التقاوي لكى تنبت ثم تنمو فيه البادرات والنباتات فيما بعد ومنه يحصل النبات على احتياجاته من الماء والغذاء.

ويشمل اعداد الأرض وتجهيزها للزراعة العمليات الآتية:

١) عمليات الحرث.
٢) عمليات التمشيط والتزحيف.
٣) عمليات تسوية.

أولا- الحرث Plowing

الحرث هو أولى العمليات الزراعية التى يبدأ بها فى تجهيز مرقد البذرة، ويعتبر الحرث عملية تفكيك الأرض وأثارتها والتخلص من الحشائش بأنواع مختلفة من المحاريث، وتأتى العمليات الزراعية الأخرى بعد الحرث وتتوقف عليه إلى حد كبير.

أهمية الحرث

١- يعمل الحرث على تفكيك وتنعيم التربة وهذا يؤدي إلى سهولة ظهور البادرات واحتفاظ التربة بالماء.
٢- كسر الطبقات الصلبة غير المنفذة تحت سطح التربة.
٣- القضاء على الحشائش الموجودة بالأرض.
٤- يساعد علي زيادة تهوية التربة وبالتالي على زيادة تحلل المواد العضوية وذلك بتنشيط الأحياء الدقيقة.

٥- تجانس توزيع الأسمدة المضافة عند الحرث.
٦- تعريض الجراثيم والحشرات لأشعة الشمس والقضاء عليها.

الشروط الواجب توافرها فى المهد الجيد

١- أن يكون خاليا من الحشائش وبقايا المحاصيل السابقة .

٢- يجب ان تكون حبيبات التربة ناعمة وتتوقف درجة نعومة التربة على حجم البذور ، فالبذور الصغيرة (البرسيم – الحلبة – الكتان) تحتاج إلى مهد أنعم من البذور الكبيرة (الفول – الذرة).

٣- يجب ان يكون المهد مندمجا اندماجا مناسبا، لأن الإندماج المناسب لحبيبات التربة يجعل الاتصال وثيقا بين حبيبات الأرض وكلا من البذور النابته والجذور النشطة.

الحكم على صلاحية الأرض للحرث

١) ان يكون سطح الأرض جافا يتخلله شقوق قليلة الغور.
٢) أن تقاوم الأرض المحراث بعض المقاومة.
٣) الا يعلق بسلاح المحراث أو البسخة شئ من الأرض.
٤) اذا أخذت كتلة من الثرى من عمق ١٠سم من سطح الأرض وضغطت بين الأصابع وراحة اليد، فإن لم يتماسك الثرى كان ذلك دليلا على أن الأرض قد جفت أكثر من اللازم، اما اذا تماسك الثرى وتكونت كتلة من الطين فتفرك بين الأصابع فإذا تعجنت كتلة الطين كان ذلك دليلا على إرتفاع نسبة الرطوبة بالأرض ويدل ذلك على عدم صلاحيتها للحرث ، اما اذا تفككت كان ذلك دليلا على أن الأرض فى أفضل حالة للحرث.

الشروط الواجب مراعاتها عند الحرث

١-تغير عمق الحرث من مرة الى اخرى لكي لا تتكون طبقة صماء والتي تنتج عن الحرث على عمق ثابت لمرات عديدة متتالية وذلك لان استمرار اثارة الطبقة السطحية للتربة واجراء العمليات الزراعية بواسطة الآلات الثقيلة تؤدي في بعض الاراضي الى تكون طبقة صماء تحت العمق المثار.

٢- عدم ترك اجزاء بدون حرث بين خطوط المحراث.

٣- يراعى تعامد الحرثات المتتالية لضمان جودة ودقة عملية الحرث وتفادي ترك اجزاء بدون حرث ويستحسن ان يكون اتجاه الحرث متعامدا على اتجاه خطوط المحصول السابق اذا كانت الارض مخططة.

٤- حرث اطراف ونهايات الحقل.

٥- في الارض المستزرعة حديثا او في الاراضي الملحية والقلوية يجب عدم قلب الطبقة السطحية حتى لا تجلب الملوحة الى سطح التربة وكذلك في الاراضي الصحراوية الجافة.

الحكم على جودة الحرث

١- ان تكون خطوط المحراث مستقيمة غير متعرجة وعدم ترك اجزاء غير محروثة.

٢- عدم وجود كتل صلبة كبيرة (قلاقيل).

٣- انتظام عمق الحرث في اتجاه الحقل.

٤- عدم وجود بقايا المحصول السابق او بقاء بعض النباتات قائمة لم تقتلع.

عمق الحرث

يتوقف عمق الحرث على العديد من العوامل أهمها: ١- نوع الأرض، ٢- نوع المحصول المراد زراعته، ٣- طبيعة ودرجة انتشار الحشائش بالأرض، ٤- كمية السماد العضوي وغيره من المواد المراد قلبها في الأرض.

١- **نوع الأرض:** فتحتاج الأرض الرملية والخفيفة إلى حرث سطحي لأنها جيدة التهوية على العكس من ذلك فتحتاج الأرض الثقيلة إلى حرث عميق نسبيا كما تحتاج الأرض الملحية والقلوية أيضا إلى حرث سطحي حتى لا ترتفع الأملاح الموجودة في الطبقات السفلى إلى سطح الأرض.

٢- **نوع المحصول المراد زراعته:** تختلف المحاصيل المختلفة في عمق الحرث المناسب لنموها، وعلى سبيل المثال، تحتاج المحاصيل الدرنية مثل البطاطس ومحصول قصب السكر إلى حرث عميق، بينما يلائم محصول القمح والشعير إلى حرث سطحي لأنها جذورها تكون سطحية غير متعمقة.

وعموما- يلزم حرث الأرض لعمق ١٢-١٥سم عند زراعة القمح والشعير ولعمق ١٥-٢٠سم عند زراعة الفول و٢٠-٣٠سم عند زراعة القطن والبطاطس.

٣- **طبيعة ودرجة انتشار الحشائش:** يفضل زيادة عمق الحرث في الأراضي الموبوءة بالحشائش حتى يتم تقليعها ودفنها عميقا في الأرض.

٤- **كمية السماد البلدي المضافة وبقايا المحاصيل السابقة:** يجب زيادة عمق الحرث في حالة إضافة السماد البلدي أو وجود بقايا المحصول السابق حتى يمكن دفنها بالأرض.

ومن الجدير بالذكر، أنه يجب عدم المغالاة في تعميق الحرث لأن ذلك يؤدي إلى زيادة تكاليف إنتاج المحصول.

عدد مرات الحرث

يتم حرث الأرض عادة من ١-٣ مرات متوقفا ذلك على العوامل الآتية:

١- **نوع الأرض:** يلزم حرث الأرض الطينية الثقيلة عدد عدد أكبر من المرات عن الأرض الصفراء أو الرملية.

٢- **نوع المحصول المراد زراعته:** يلزم حرث الأرض مرة واحدة غالبا عند زراعة الشعير بينما يلزم حرث الأرض عدد أكبر عند زراعة القصب أو القطن.

٣- **طبيعة وانتشار الحشائش ووجود بقايا المحصول السابق:** يجب حرث الأرض أكثر من مرة عند انتشار الحشائش بدرجة كبيرة حتى يتم التخلص منها، ودفن بقايا المحصول السابق.

وعموما- يمكن القول بأنه يجب عدم المغالاة في عدد مرات الحرث وخصوصا في حالة خلو الأرض من الحشائش

أنواع المحاريث :

تتعدد أنواع المحاريث تبعا لنوع وعمق الحرث المطلوب ونوع التربة والمحصول السابق وانتشار الحشائش وبقايا جذور النباتات السابقة ، وكذا المحصول المراد زراعته.

وتنقسم المحاريث من حيث تركيبها وعملها إلى ما يلى :-

أولا : محاريث بلدية : كالمحراث البلدى الحفار .

ثانيا : محاريث ميكانيكية وأهمها:

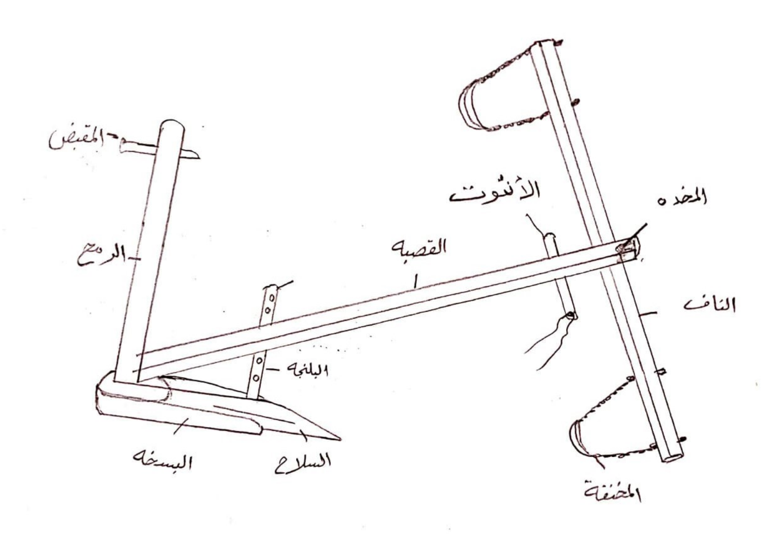
(١) المحراث الحفار (٢) المحراث القلاب (٣) المحراث القرصى

(٤) محراث تحت التربة .

أولا : المحراث البلدى

محراث بسيط نسبيا مصنوع من الخشب ويجر بالمواشى (شكل ٨-١)، خفيف الوزن رخيص الثمن ومن السهل اصلاحه لدى نجار القرية ، ونظرا لخفته يستعمل فى تغطية البذور وخلط السماد البلدى بالأرض .

ولا يستخدم الآن إلا فى حدود ضيقة نظرا لانتشار المحاريث الميكانيكية.



شكل (٨-١). أجزاء المحراث البلدى

ثانيا : المحاريث الميكانيكية

أ- المحراث الحفار

هو عبارة عن محراث يســـتخدم في الأراضى الملحية والقلوية.

ويبين شكل (٨-٢) المحراث الحفار.

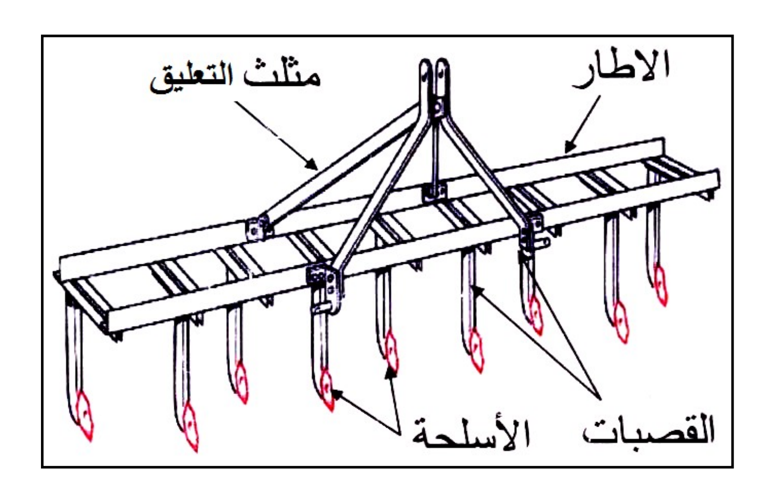
أهم مميزات المحاريث الحفارة

١- يصلح في الأراضى الملحية و القلوية مثل: الأراضى بشمال الدلتا بمصر لتفادى الطبقة الملحية داخل باطن التربة حيث تمتد جذور النباتات.

٢- بساطة تصميمه و سهولة إستخدامه.

٣- يقوم بشق و تفكيك الطبقة السطحية للتربة و لكن دون تقليبها غالبا مما يجعله الأكثر إستخداما فى الحقول المصرية.

٤- يصلح في المساحات الصغيرة، حيث يناسبها المحراث الحفار لبســاطته و سهولة استخدامه، وإرتفاع كفاءته الحقلية فى هذه المساحات.
٥- ســهولة ضبط المحراث وإستخدامه و شبكه مع الجرار بعكس المحاريث القلابة.



شكل (٨-٢). محراث حفار معلق ذو قصبات مرنة

٦- سهولة اختراق الأسلحة للتربة.
٧- صغر القوة المطلوبة لشدها بالمقارنة بالمحاريث القلابة المساوية لها فى عرض و عمق الحرث.
٨- الأرض المحروثة بالمحراث الحفار أكثر إســتواء من الأرض المحروثة بالمحراث القلاب.
٩- مناسبة للأراضى الثقيلة (الطينية) (أغلب انواع الأراضى المصرية).
١٠- لا تحتاج إلى اســتخدام آلات اخرى بعد الحرث.

عيوبه

١- نظرا لصغر عرض الأسلحة والمسافة بين القصبات، فانها تترك أرض بلاط غير محروثة بين الأسلحة و يتم التغلب على ذلك بالحراثة مرتين فى اتجاهين متعامدين.
٢- تترك الأعشــاب الميتة بعد الحرث على السطح.

ب- المحراث القلاب

وتعمل هذه المحاريث على تفتيت و تقطيع و قلب التربة السطحية ودفن الأسمدة العضوية و متبقيات المحصول السابق، ومنها محاريث مطرحية و محاريث قرصية

١- المحراث القلاب المطرحي

يعتبر المحراث القلاب المطرحى من أقدم وأكفأ المحاريث المعروفة و المستخدمة لأنه يحقق جميع أهداف الحرث الجيد و يستخدم فى حرث كل أنواع الأراضى فيما عدا الأراضى الملحية.

ومن أهم مميزات المحراث القلاب المطرحى هي:

أهم مميزات المحراث القلاب المطرحي

١- قلب الأسمدة أو الكيماويات وبقايا النباتات الموجودة على السطح إلى باطن التربة.

٢- تعريض قلب التربة للشمس و القضاء على الآفات الضارة.

٣- يحقق معدلات أداء عالى.

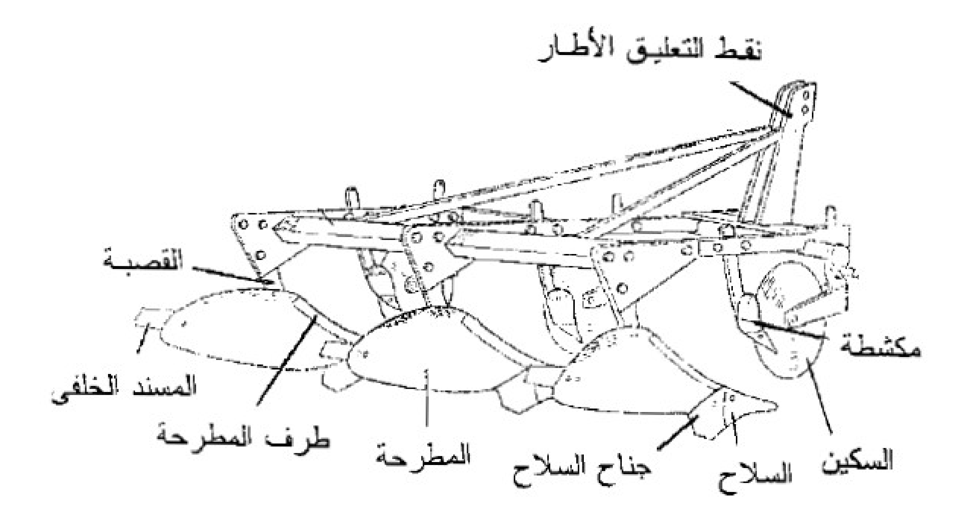
ويعاب عليه

١- عدم استواء سطح التربة بعد عملية الحرث ويحتاج إلى عملية تسوية.

٢- يحتاج إلى قوة شد أكبر وتكاليف تشغيل أعلى بالمقارنة بالمحاريث الأخرى.

٣- صعوبة الإستخدام ويحتاج إلى مهارة للتشـغيل.

ويبين شكل (٨-٣) أجزاء المحراث القلاب



شكل (٨-٣). أجزاء المحراث القلاب

٢- المحراث القلاب القرصي

يستعمل المحراث القلاب القرصى غالبا فى المناطق الاستوائية والشبه استوائية وقد تم تصميم محاريث قرصية أحادية الاتجاه أَو محاريث قابلة للقلب والتى تشبة المحاريث المطرحية القابلة للقلب فى الاتجاهين.

مميزات المحراث القلاب القرصى

١- قلب التربة جزئيا فقط مع ترك بقايا النبات على السطح.

٢- خفض نسبة تبخر الماء و تعرية التربة.

٣- يقوم المحراث القرصى بخلط جيد فى التربه المفككة مع إمكانية المرور عبر الحواجز الترابية دون الخوف على انكسار المحراث.

٤- سهولة ضبط وتعديل المحراث، وكذلك سن الأقراص.

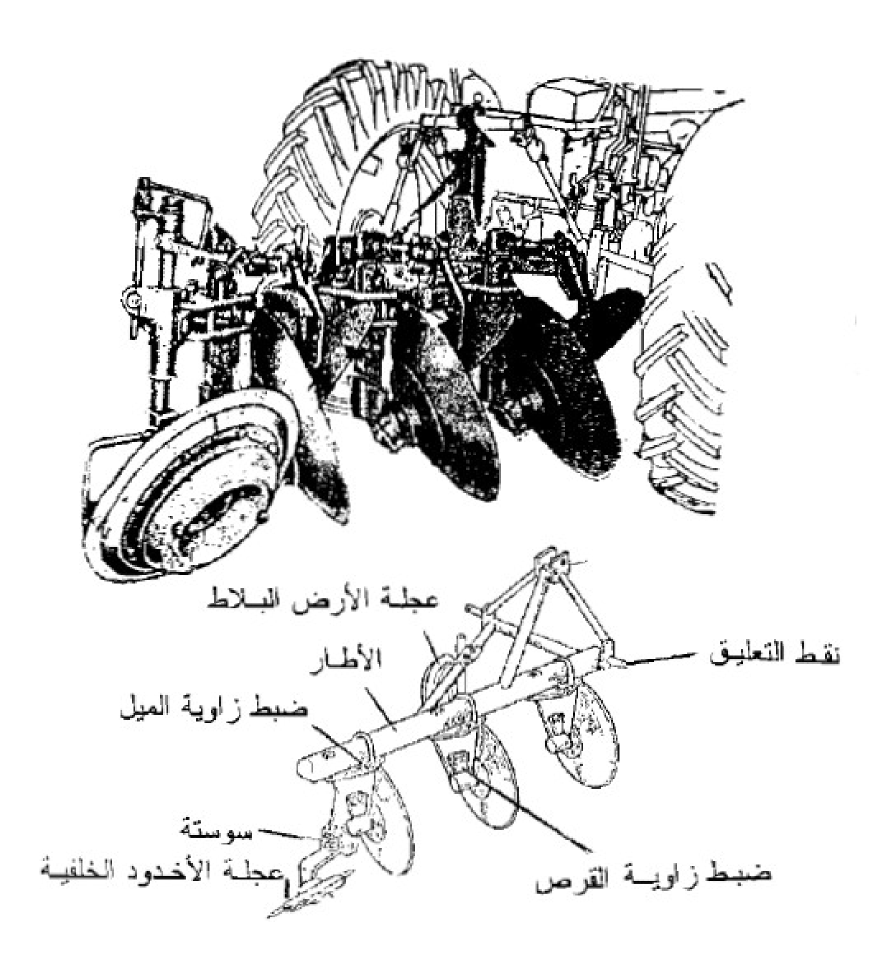
عيوب المحراث القلاب القرصى

١- صعوبة الاختراق فى التربة الصلبة.

٢- ثقل وزن المحراث وبالتالى إرتفاع ثمنه وقد يسبب الوزن العالى للمحراث أحيانا إلى أنضغاطية قاع الأخدود.

٣- يحتاج إلى قدرة رفع هيدروليكية عالية من نظام الجرار الهيدروليكى.

٤- لا ينصح بأستخدامه فى المنحدرات بسبب قوة الدفع الجانبية العالية.
٥- يحتاج إلى عجلة الأخدود الخلفية لضبط العمق وللسيطرة على الحركة الجانبية.
٦- يعتبر من المحاريث منخفضة الكفاءة فى التخلص من الأعشاب
٧- ترك سطح التربة غير مستوى بعد الحرث مما يوجب استخدام معدات للتسوية خاصة فى الأراضى المروية



شكل (٨-٤). المحراث القلاب القرصي

جـ- محراث تحت التربة

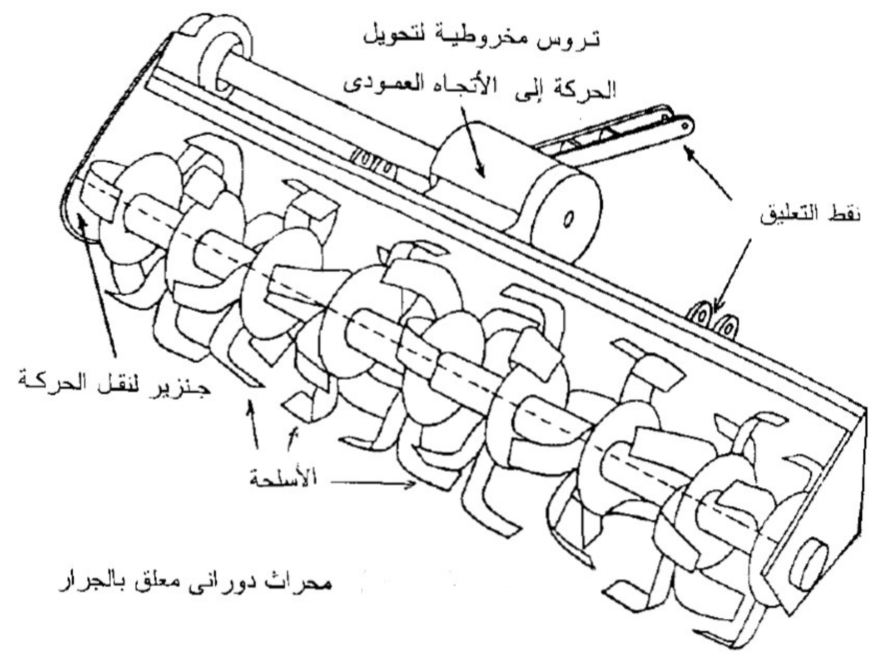
يستخدم في تكسير الطبقة الصماء تحت سطح التربة ويبين شكل (٨-٥) المحراث تحت سطح التربة. يحرث على عمق ٤٠-٦٠ سم ، مرة كل عدة سنوات (من سنة إلى ٥ سنوات) وعلى مسافات متفاوتة . يضم هذا المحراث سلاحا واحدا فى العادة ، يركب على قصبة انسيابية لإمكان الوصول إلى هذا العمق .



ويبين شكل (٨-٥) المحراث تحت سطح التربة.

د- المحراث الدوراني

يستخدم المحراث الدورانى غالبا في مزارع الخضر، وفى عزيق الحشائش بين صفوف أشجار البساتين ، وللتخلص من بقايا المحاصيل و خلطها مع التربة وخلط بعض الأسمدة والمبيدات الكيميائية . كما يستخدم أحيانا في تنعيم مرقد البذرة وذلك بتكسير القلاقيل والكتل الكبيرة الناتجة من استخدام المحاريث الأخرى. ويوضح شكل (٨-٦) المحراث الدوراني.



شكل (٨-٦). المحراث الدوراني

مميزات المحراث الدورانى

١- يترك إستواء أفضل لسطح التربة وبالتالى يمكن الإستغناء عن آلات التسوية.

٢- تقتلع الحشائش وبقايا المحصول السابق وخلط الأسمدة بالتربة.

٣- يساعد دوران الأسلحة على دفع العزاقة للأمام.

عيوب المحراث الدورانى

١- إرتفاع ثمن المحراث مما يؤدى إلى زيادة تكاليف عملية الحرث.

٢- يمكن أن يهدم بناء التربة لتنعيم السطح بدرجة كبيرة لا تسمح بتماسك الجذور بالتربة.

٣- لا يصلح فى الأراضى التى يكثر بها الحشائش الطويلة التى تعيق عمل الاسلحة.

الشروط الواجب مراعاتها عند إجراء عملية الحرث

١- يجب أن يكون الحرث فى الاتجاه الطولى للحقل و ذلك لتقليل عدد مرات الدوران فى نهاية الحقل و بالتالى تقليل الوقت الضائع مما يساعد على زيادة الكفاءة الحقلية للمحراث.

٢- يقسم الحقل فى الاتجاه الطولى إلى قطع لها الطول و العرض نفسه مع مراعاة أن يكون العرض ٦ - ٨ مرات عرض المحراث.

٣- يرفع المحراث أثناء الدوران فى نهاية الحقل و يخفض عند بداية الحرث.

٤- تترك وسادة فى نهايتى الحقل فى الاتجاه الطولى و ذلك بعرض يساوى ضعف طول الجرار و المحراث مع مراعاة أن تكون الوسادة إحدى مضاعفات عرض الحرث.

بعد الانتهاء من الحرث يتم حرث الوسادتين فى الاتجاه العمودى على الحرث لضمان جودة عملية الحرث.

ثانيا- التمشيط والتزحيف

بعد اتمام الحرث وقبل الزراعة يجب تمهيد التربة لتهيئة المهد الملائم لانبات البذرة ويستخدم لذلك العمليات الآتية:

(أ) التمشيط (ب) الترحيف

أولا- **التمشيط**

تتم عملية التمشيط بواسطة الأمشاط التى تستعمل لتنعيم سطح التربة وتكسير القلاقيل والتخلص من الحشائش ، ويجب تمشيط التربة عقب حرثها مباشرة حتى لا تجف الكتل فيصعب التمشيط، وان يكون التمشيط عموديا على أتجاه آخر حرثة. ويستخدم في عملية التمشيط أنواعا مختلفة من الأمشاط أهمها ما يلي:

أ- **الامشاط القرصية**

وهي أكثر أنواع الأمشاط استخداما. وتتكون من مجموعات. والمجموعة عبارة عن عمود واحد مركب عليه عدد معين من الأقراص قد يصل الى ١٢ قرص كما هو موضح بشكل (٨-٧). وتدور جميعها مع بعض، وعادة يكون العمود مائلا على خط السير.

مميزات الأمشاط القرصية

١- تقوم الأقراص بتفتيت وتقليب التربة.

٢- هي صغيرة الحجم والأقراص منها ماهو أملس الحافة ومنها ما هو مشرشر، والمشرشر الحافة يعطى تفتيت أكثر للتربة الى جانب اقتلاع وتقطيع الحشائش أفضل.

٣- مناسب للمناطق الحارة حيث تتحلل الأعشاب بسرعة دون الحاجة الى دفنها في باطن الأرض.

٤- سهولة الحصول على سطح مستوي بعد الحراثه.

٥- قطع الحشائش وخلطها بالطبقة السطحيه.

٦- انخفاض تكاليف التشغيل والصيانة.

ويعاب عليه:

١- كبر حجمه.

٢- صعوبة تنقلة بين المزارع.

٣- ينكسر بسرعة.

٤- لا يقلب التربة جيدا ولا يغطي بقايا المحاصيل والحشائش تغطية كاملة.



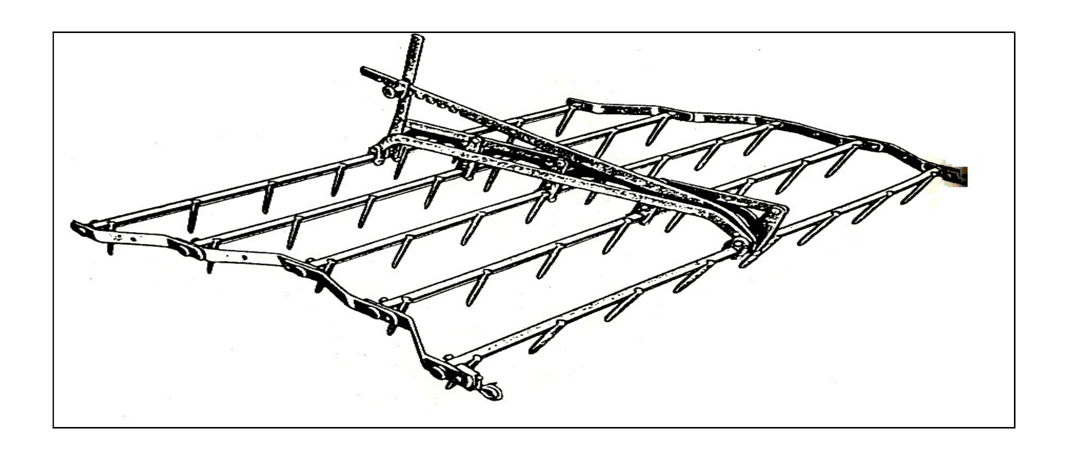
شكل (٨-٧). المشط القرصي

ب- الامشاط ذات الاسنان الصلبة

وتستخدم لتنعيم وتسوية التربة بعد الحرث وأيضا كبس التربة الهشة نسبيا، كذلك تستخدم فى تغطية البذور بعد نثرها على سطح التربة. ويبين شكل (٨-٨) المشط ذو الأسنان الصلبة.

عيوب الامشاط ذات الاسنان الصلبة

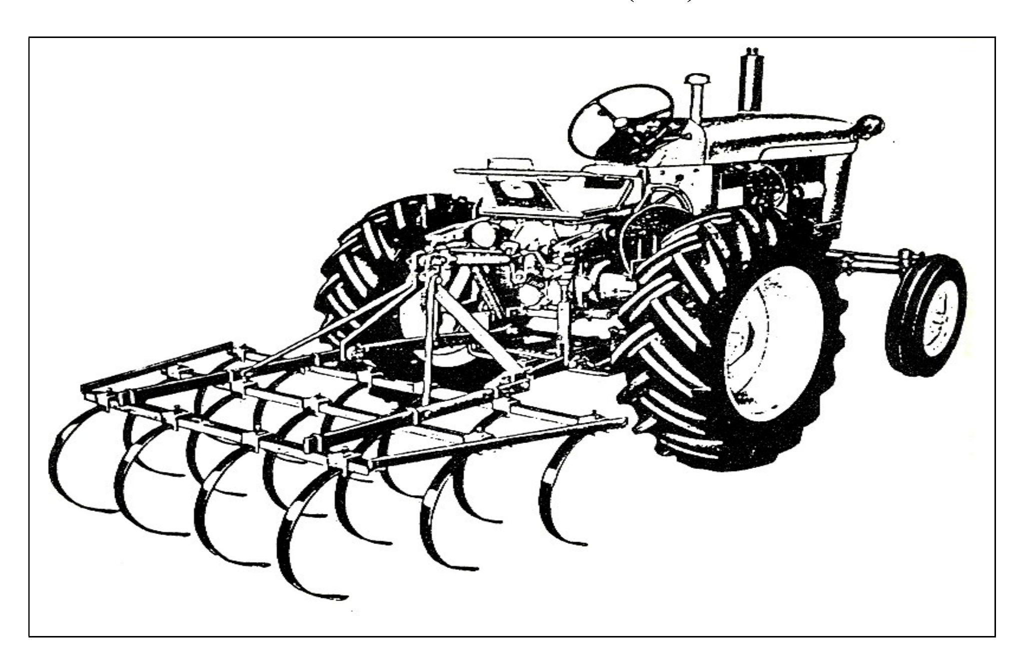
١- لا تصلح للعمل فى الأراضى الصلبة لعدم قدرة الأسنان على إختراق تربتها
٢- لا يمكنها العمل فى الحقول التى مازال بها حشائش أو بقايا نباتات
٣- تحتاج لقدرة حوالى ١ حصان / متر من عرض المشط



شكل (٨-٨). المشط ذو الاسنان الصلبة

جـ- الامشاط ذات الاسنان المرنة

و تستخدم فى الأراضى الصلبة لمرونة أسنانها وعدم كسرها عند اصطدامها بأى عائق وكذلك فهى تناسب الأراضى التى بها حشائش لقدرتها على إقتلاعها ويبين شكل (٨-٩) المشط ذو الأسنان المرنة



شكل (٨-٩). المشط ذو الأسنان المرنة

ثانيا- التزحيف Compacting

التزحيف هو كبس حبيبات التربة لتحويل البناء المفكك إلى بناء متماسك.

وتجرى عملية التزحيف لتحقيق الأغراض الآتية:

١- كسر القلاقيل التي تكونت عن عملية الحرث.
٢- تنعيم الطبقة السطحية من الأرض.
٣- اقتراب حبيبات الأرض ببعضها وزيادة أسطح التلامس بينها.
٤- زيادة سطح التلامس بين حبيبات الأرض والتقاوي في حالة وضع التقاوي في الأرض قبل عملية الكبس.
٥- تغطية التقاوي.

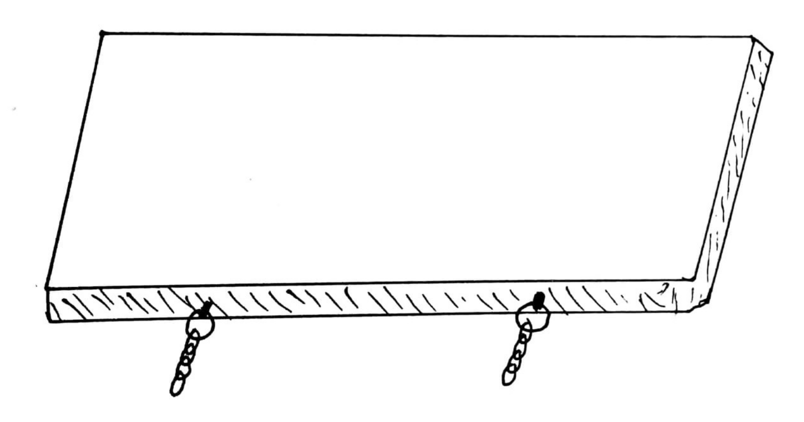
الشروط الواجب مراعاتها عند التزحيف

١- ينبغي ترك الأرض لمدة ٢-٣ يوم بعد الحرث معرضه للشمس حتى تجف جفافا مناسبا وحتى يتسنى للزحافة كسر القلاقيل وتنعيمها.
٢- تتعدد مرات التزحيف بتعدد مرات الحرث وأن يكون اتجاه كل تزحيفة عموديا علي اتجاه سير السابقة ويجب أن تتداخل مراجع الزحافة حتى لا تترك سيور في الأرض بدون تزحيف.
٣- يراعي استخدام زحافة خفيفة في حالة الأراضي الثقيلة وتغطية التقاوي، وزحافة ثقيلة في حالة الأراضي الخفيفة والرملية لكبسها.

وتجرى عملية التزحيف بواسطة الزحافة البلدية أو الأفرنجية

أ- الزحافة البلدية

وهى كتلة من الخشب طولها ٢ – ٣ متر وسمكها ١٥سم مزودة بحلقتين من الحديد لجرها بزوج من المواشى كما انها مزوده بخوصه حديد لحمايتها من التآكل كما هو موضح بشكل (٨-١٠).



شكل (٨-١٠). الزحافة البلدية

الزحافات الأفرنجية (المراديس أو المياطيد)

ومنها المرداس الأسطوانى الأملس ويتكون من ٢-٣ أسطوانات من الزهر ملساء السطح وهو يكسر ويدفن المدر أسفل سطح التربة، ومنها المرداس ذو الألواح المتعددة ويتركب من ألواح خشبية عرض كل منها ٢٥-٣٠سم وطولها ٢٠٠-٢٥٠ سم وسمكها ٥سم وتركب هذه الألواح بحيث يكون جانب كل لوح مثبتا فوق جانب اللوح السابق وترتبط هذه الألواح بأحزمة من الصلب ويبين شكل (٨-١١) الزحافة الأفرنجية.



شكل (٨-١١). الزحافة الأفرنجية

الحكم على إتقان عملية التزحيف

يمكن الحكم على جودة التزحيف إذا توفرت الشروط الآتية:

١- إذا لم يتخلف بعد التزحيف قلاقيل.

٢- إذا لم يتخلف سيور بين جرات الزحافة نتيجة عدم تداخل جرات الزحافة وتكون تلك السيور عالية عن الأرض كالتى تم تزحيفها.

٣- أن تتناسب عملية التزحيف مع الغرض المستخدمة من أجله فى حالة كبس التربة وتكسير القلاقيل تكون الزحافة ثقيلة وفى حالة تغطية البذرة تكون الزحافة خفيفة. وتكون الزحافة ثقيلة أما بوضع حجر عليها أو ركوب العامل عليها.

ثالثا- عمليات تسوية الأرض Levelling

وهى عبارة عن نقل التربة من الأجزاء المرتفعة إلى الأجزاء المنخفضة فى الحقل وتجرى فقط عند الضرورة وذلك عندما ينشأ تباين كبير في استواء سطح الأرض والذي لا تستطيع الزحافة العادية تسويته ويطلق على هذه العملية بـ"التقصيب".

أهمية تسوية سطح التربة (التقصيب)

١- إن عدم إجراء عمليات التسوية لسطح التربة يعتبر من العوامل الرئيسية لنقص قدرة الأرض الإنتاجية حيث يؤدى إلى تراكم الأملاح مما يؤثر على كمية المحصول.

٢- تؤدى عدم تسوية سطح الارض إلى الإسراف فى مياه الرى وما يتبعه من إرتفاع مستوى الماء الأرضى وغسيل الأسمدة المعدنية إلى ماء الصرف وإختناق البادرات فى الأماكن المنخفضة وجفاف البادرات او عدم الإنبات اصلاً فى الاماكن المرتفعة والتى لا تصلها مياه الرى.

وعلى ذلك يجب الاهتمام بالتسوية الدقيقة بالليزر بالنسبة للاحواض الكبيرة أما بالنسبة للاحواض الصغيرة فتجرى التسوية بواسطة القصابيات واللواطـــات.

الدلائل التي يمكن الاسترشاد بها على حاجة الأرض للتسوية

١- تزهير الأملاح علي المناطق المرتفعة بالحقل.

٢- صعوبة تخطيط الأرض وإقامة البتون.
٣- إنخفاض نسبة الإنبات.
٤- عدم انتظام نمو النباتات بالحقل.
٥- عدم انتظام الرى حيث يزداد محتوى الماء بالأرض بالمنخفضات ويقل بالمرتفعات ، ولهذه الدلائل السابقة يلزم المزارع أن يقوم بعملية التسوية الكبرى باستخدام عمليتي التلويط والتقصيب حسب ما يناسبه ويناسب أرضه للتغلب علي الصعوبات السابقة.

الشروط الواجب مراعاتها عند إجراء عملية التسوية (التقصيب)

١- ان تجرى التسوية كل ٥ سنوات في الاراضي الطينية الثقيلة القوام وكل ٨ سنوات في الاراضي الخفيفة القوام (الطميية – الطميية الطينية).
٢- تجري التسوية بعد الحرث العميق بالمجراث الحفار والتنعيم.

فى العادة تتحدد الفروق البسيطة بين الأماكن المرتفعة والمنخفضة عن طريق ملاحظة الرى خلال مواسم الزراعة المتتالية، وبخبرة المزارع يحدد البقع المرتفعة والبقع المنخفضة. أما فى حالة الفروق الكبيرة فى المنسوب فيجب عمل ميزانية شبكية تحدد الأماكن الواجب تسويتها ومناسيبها ومن ذلك يفهم أن عملية التسوية صغيرة كانت أو كبيرة هى عبارة عن نقل الأتربة من الأجزاء المرتفعة إلى الأجزاء المنخفضة فى الحقل.

الآلات المستخدمة فى عملية التسوية

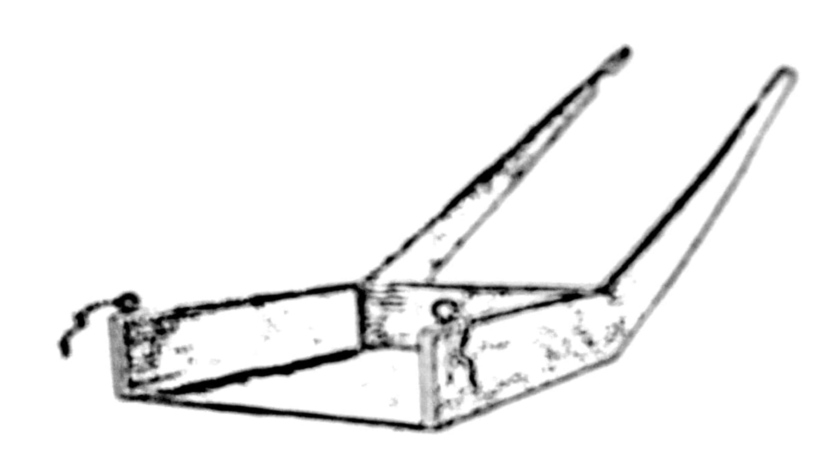
أ- التسوية فى الأرض الجافة

تعرف عملية التسوية فى الأرض الجافة بعملية : التقصيب أو السلف، وتتم عادة بعد الحرث وفى بعض الأحيان تحرث الأجزاء المرتفه أقتصادا فى النفقات، ويراعى قبل إجراء التقصيب بعد الحرث ترك الأرض لتجف تماما حيث أن الأرض الرطبة تقلل كفاءة عملية التسوية وتزيد من الوقت اللازم لإجرائه، ويستخدم لهذا الغرض:

(١) القصابية البلدية (المسلفة)

هى عبارة عن صندوق من الخشب قاعدته شبة منحرف وحداه المتوازيان هما الأمامى (العريض) والخلفى (الضيق) وجانباه يسميا الفخدان ويتصلا من الناحية الضيقة للصندوق بذراعين تسميا أحيانا الرجلان، وهما لتوجيه

الصندوق نفسه ويقفل الصندوق من الخلف ومن جهة الرجلان بجانب رابع يسمى العأرضة، بينما الجانبين الأمامى والعلوى غير موجودان، وتدعم الحافة الأمامية (العريضة) لقاعدة الصندوق بقطعة حادة من الحديد لتقليل تآكل الخشب وتساعد على كشط الأجزاء المرتفعة من التربة، وفى نهاية كل فخد من الناحية الأمامية توجد حلقة حديدية للجر بواسطة الحيوانات ويبين شكل (٨-١٢) القصابية البلدية.



شكل (٨-١٢). القصابية البلدية

(٢) القصابية الميكانيكية :



شكل (٨-١٣). القصابية الميكانيكية (المعلقة خلف الجرار)



شكل (٨-١٤). التسوية بالليزر

تستخدم حديثا آشعة ليزر فى التحكم الآلى لمعدات التسوية لضبط تسوية سطح الحقل تسوية دقيقة وتنظيم انحدار الحقل فى الإتجاه المطلوب وبالمنسوب المطلوب كما هو مبين بشكل (٨-١٤).

وتتلخص هذه الطريقة فى إستخدام أجهزة أشعة ليزر للتحكم الآلى فى إستخدام القصابيات الآلية.

ثانيا : التسوية فى وجود الماء

التلويط

وفية يتم تسوية الأرض فى وجود الماء بعد حرثها وغمرها بالماء بواسطة لوح التلويط وذلك عندما يقل الفرق بين المرتفعات والمنخفضات عن ١٠سم ، ويستخدم لهذا الغرض ما يسمى باللواطة.

رابعا- عمليات تقسيم الأرض

بعد إجراء عملية الحرث وما يعقبها من عمليات التزحيف أو التمشيط ثم التسوية الدقيقة تمهيدا لوضع البذور فى الأرض . تقسم الأرض إلى أقسام، يكون كل قسم منها وحدة رى. يسهل عن طريقها تنظيم توزيع المياه على جميع أنحاء الحقل بسهولة.

وتقسم الأرض بطريقتين هما :-

(١) التخطيط (٢) التبتين

(١) التخطيط

التخطيط: هو تقسيم الأرض إلى خطوط، وهى عملية تلزم لزراعة بعض المحاصيل ذات النباتات كبيرة الحجم نسبيا والتى تحتاج إلى مسافات لنموها وذلك مثل القطن – الذرة الشامية – قصب السكر – وبنجر السكر وغيرها.

وتقام الخطوط على أبعاد منتظمة من بعضها (عرض الخط) وتختلف المسافات بين الخطوط بحسب المحصول المراد زراعته، ومدى خصوبة التربة ودرجة استوائها، ونوع الأرض، وعدد النباتات فى وحدة المساحة وطبيعة نمو النبات. حيث يزيد عرض الخط فى الأرض الثقيلة عنه فى الأراضى الخفيفة، بينما يكون عرض الخط فى الأراضى الرملية كبير حتى لا تتعرض للإنهيار، ويزيد عرض الخط فى حالة زراعة محصول كالذرة والقطن عنه فى حالة فول الصويا والفول البلدى.

الالات المستخدمة فى التخطيط

(أ) محراث التخطيط البلدى

يستخدم في التخطيط فى المساحات الصغيرة والمتوسطة باستخدام المحراث البلدى بعد إضافة الطراد، والذى يثبت بين البسخة والقصبة وخلف البلنجة.

(ب) محراث التخطيط الميكانيكى (الفجاجة الآلية)

وهو يشبة المحراث الحفار الميكانيكى من حيث الإطار والعجلات وأجهزة الرفع وضبط العمق إلا أن أسلحة الفج المركبة بالفجاج محدبة ذات

جناحين يمكن تنظيم انفراجها لتوسيع عرض الخط أو تضييقه، وكل سلاح فج يشق التربة المحروثه تاركا خلفه أخدود على شكل رقم ٧ وتاركا بتنا على كل من جانبية. ويحمل الفجاج من ٢ إلى ٥ أسلحة، ويتحدد عمق التخطيط بواسطة روافع خاصه (شكل ٨-١٥).



شكل (٨-١٥). الخطاط الميكانيكي (الفجاج)

وعرض الخط : يعبر عنه فى الزراعة المصرية الدارجة بعدد الخطوط فى وحدة الطول، أو ما يعرف بعدد الخطوط فى القصبتين (معدل التخطيط).

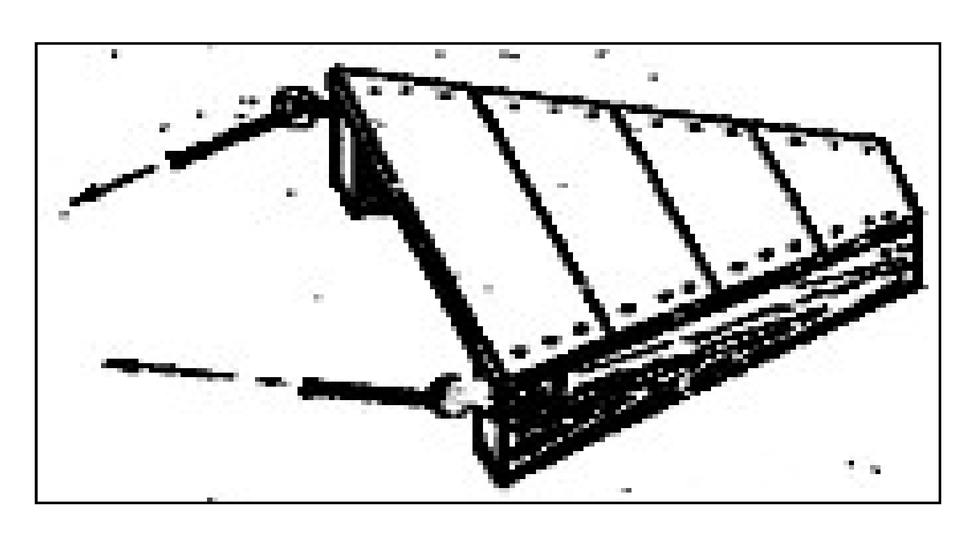
(٢) التبتين

والتبتين هو عملية تقسيم الأرض إلى أحواض، وهى تجرى بآله بسيطة تسمى البتامة أو البتانة.

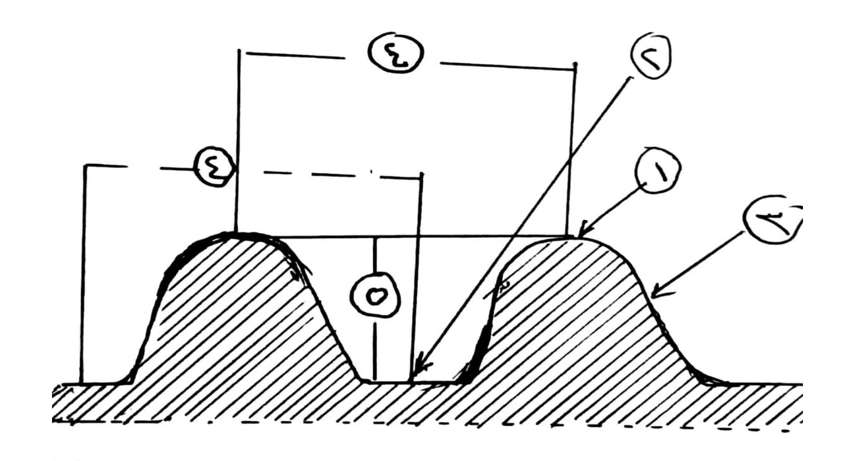
والبتامة: عبارة عن صندوق من الخشب مفتوح من أسفل والأمام والخلف وهو على شكل شبة منحرف فتحته الأمامية الكبرى ٩٠سم والخلفية

الصغرى ٥٠سم والارتفاع حوالى ٢٥سم والطول حوالى متر، والحافة السفلى للجانبين ترق كثير (مشطوفة) ويثبت فيها خوصة من الحديد تحمى الخشب من التآكل بسرعة، ويركب بكل جانب من الأمام (أى عند الفتحة الواسعة للبتامة) حلقة للجر منها بواسطة جنزير أو حبل متين (شكل ٨-١٦)، وتقوى البتامة بتثبيت عوارض حديدية على ظهرها وفى جانبيها، ويمكن ملاحظة ما يلى عند تشغيل البتامة:

- إذا أريد عمل بتن رفيع يقف العامل قرب الفتحة الضيقة ليخف الضغط على الفتحة الواسعة فيقل ما تجمعه من تراب.
- إذا أريد تكبير عرض البتن يقف العامل بالقرب من الفتحة الواسعة مع الإعادة على نفس البتن.
- عند عمل قنوات بالبتامة يعمل بتنان متجاوران عريضان ويعاد على كل بتن لتقويته ثم تعمق المسافة بينهما بالمحراث وبه الطراد ثم لفهما بالفأس لتعميق وتسليك مجرى الماء ثم تلف البتون بالفأس لتقويتها.
- بعد تقسيم الأرض تلف القنى والبتون بالفأس كما توصل البتون عند تقاطعهما وتكمل فى التدايبل.



شكل (٨-١٦). البتامة



شكل (٨-١٧). أجزاء الخط

١) ظهر الخط، ٢) بطن الخط، ٣) الريشة، ٤) عرض الخط، ٥) ارتفاع الخط

الباب التاسع

الطرق العامة لزراعة المحاصيل

Methods of seeding

د/ السيد فاروق محمد

بعد عمليات تجهيز الأرض للزراعة وتجهيز مرقد مناسب لانبات البذور تتم الزراعة، وتتم عملية الزراعة بطرق مختلفة، ويقصد بطريقة الزراعة هي الكيفية التي تتم بها وضع البذور أو التقاوي في الأرض لزراعة المحصول.

طرق زراعة المحصول

تتعدد طرق زراعة محاصيل الحقل، ويجب اختيار طريقة الزراعة الملائمة لكل محصول لضمان وجود العدد المناسب من النباتات في وحدة المساحة للحصول على أعلى محصول، وعند اختيار طريقة الزراعة يجب مراعاة نوع الأرض ودرجة استوائها ودرجة انتشار الحشائش بها وميعاد الزراعة، وفيما يلي أهم طرق زراعة محاصيل الحقل:

أولا- الزراعة العفير   ثانيا- الزراعة الحراتي

ثالثا- الزراعة في وجود الماء

أولا- طريقة الزراعة العفير

الزراعة العفير هي عبارة عن زراعة البذور الجافة في أرض جافة ثم الري مباشرة (رية الزراعة) ويطلق على هذه الطريقة أيضا الزراعة الجافة.

وعموما- تميز هذه الطريقة بالآتي:

١- ارتفاع نسبة انبات البذور نظرا لتوفر الرطوبة اللازمة للإنبات.

٢- تصلح في الأراضي الرملية الخفيفة قليلة الاحتفاظ بالماء، وكذلك في الأراضي الملحية حيث يخفف الماء الذي يضاف في رية الزراعة تركيز الأملاح حول البذور.

ومن عيوب هذه الطريقة:

١- لا تصلح في الأراضي الموبوءة بالحشائش لأنها تساعد على انبات بذور الحشائش.

٢- لا تصلح في الأراضي الغير مستوية.

وتتم الزراعة العفير بالطرق الآتية:

أ- الزراعة عفير على خطوط

تعتبر هذه الطريقة هي المفضلة والأكثر انتشارا في زراعة المحاصيل ذات المجموع الخضري الكبير والتي يلزم زراعتها على مسافات متباعدة ومنتظمة في الحقل مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة للحبوب والفول والقطن وغيرها.

وفي هذه الطريقة تزرع البذور على ريشة واحدة من الخط أو على الريشتين، وتزرع البذور عادة في جور متباعدة عن بعضها. وتتميز هذه الطريقة بالآتي:

١- امكان التحكم في المسافة بين النباتات وكذلك العدد الأمثل من النباتات في وحدة المساحة والذي يعطي أعلى محصول.

٢- توفير في كمية التقاوي بالمقارنة ببعض طرق الزراعة الأخرى.

٣- تسهيل عملية العزيق وتجميع التراب حول قواعد النباتات مما يعمل على زيادة تفريعها القاعدي وزيادة مقاومتها للرقاد.

٤- سهولة إضافة وتوزيع السماد على النباتات المنزرعة بالحقل.

٥- تحسين انبات البذور في الأراضي الملحية، عن طريق زراعة البذور في بطن الخط أو في الثلث السفلي من الخط.

٦- إحكام عملية الري وخصوصا في حالة المحاصيل الحساسة لزيادة مياه الري.

٧- حماية البادرات الصغيرة من البرد وذلك بزراعتها إما في بطن الخط أو على الريشة المضادة لاتجاه الرياح.

٨- تساعد في زيادة نمو الجذور في المحاصيل الجذرية مثل البنجر ونمو الدرنات في المحاصيل الدرنية مثل البطاطس.

وتجرى عملية الزراعة في هذه الطريقة إما يدويا كما هو الحال في مصر أو بواسطة الآلات كما في الدول المتقدمة.

ب- الزاعة عفير بدار

تتبع هذه الطريقة في حالة المحاصيل التي تزرع بكثافة نباتية عالية مثل القمح والشعير والسمسم والكتان وغيرها، كما تتم زراعة بعض محاصيل العلف الأخضر بهذه الطريقة مثل الذرة الرفيعة السكرية والدخن والذرة الشامية لغرض العلف الأخضر (دراوة). وتتم عملية الزراعة بهذه الطريقة عن طريق نثر التقاوي على الأرض والتي سبق تجهيزها للزراعة ثم يتم التزحيف لتغطية التقاوي، ثم تروى رية الزراعة. وتتم عملية نثر التقاوي يدويا في مصر عادة، بينما تتم في الدول المتقدمة بواسطة آلات خاصة أو بالطائرات في حالة المساحات الشاسعة، وفي كل هذه الطرق يجب توزيع البذور بانتظام في الحقل المراد زراعته.

وتتميز هذه الطريقة بسهولة إجرائها وقلة تكاليف إجرائها، ولكن يعاب عليها عدم إنتظام عمق زراعة البذور.

جـ- الزراعة عفير في أحواض بالنقرة

في هذه الطريقة تتم زراعة البذور بالنقرة في أحواض في جور في صفوف Rows تبعد عن بعضها حوالي ٥٠ سم وتكون المسافة بين الجور حوالي ٤٠ – ٥٠ سم، على أن تكون جور الصف الواحد متبادلة مع جور الصف المجاور. وتستخدم هذه الطريقة غالبا في المحاصيل التي تزرع على مسافات كبيرة نسبيا وعلى مسافات منتظمة مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة الحبوب وغيرها، وتعتبر هذه الطريقة قليلة الانتشار في الوقت الحاضر.

د- الزراعة عفير على مصاطب Beds

تتم زراعة بعض المحاصيل وخصوصا التي تزرع بكثافات عالية مثل القمح والشعير على مصاطب بطريقتين هما:

١- طريقة الزراعة على مصاطب في جور في سطور: والتي تتم بإقامة مصاطب بعرض ١٢٠ – ١٤٠سم بعد خدمة الأرض جيدا ثم تزرع التقاوي في جور في سطور على ظهر المصاطب، على أن تكون المسافة بين الجور حوالي ١٠سم والمسافة بين السطور حوالي ١٥سم، ويتم الري عقب الزراعة مباشرة بحيث يغطي الماء ظهر المصاطب، ويتم الري بعد ذلك بالرشح، حيث يتم الري في بطن الخطوط بين المصاطب فقط.

٢- طريقة الزراعة بدار على المصاطب: وفي هذه الطريقة يتم بدار التقاوي على ظهر المصاطب ثم تغطيتها ثم الري كما ذكرنا في الطريقة السابقة.

وعموما- تتميز الزراعة عفير على المصاطب بالآتي:

١- إرتفاع نسبة انبات البذور.

٢- توفير في كمية التقاوي وفي مياه الري.

٣- كفاءة الاستفادة من الأسمدة المضافة وخصوصا الأزوتية حيث يقل فقد السماد عن طريق عملية الغسيل.

٤- زيادة كمية المحصول بالمقارنة بطرق الزراعة الأخرى.

هـ- طريقة الزراعة عفير تسطير

تتم الزراعة بهذه الطريقة بواسطة آلات التسطير والتي تقوم بوضع البذور سرسبة في سطور متوازية تبعد عن بعضها بمسافة حوالي ١٥سم وعلى عمق حوالي ٣سم من سطح التربة وذلك عند زراعة المحاصيل التي تزرع بكثافة عالية مثل القمح والشعير والأرز والكتان. وهناك آلات مصممة لزراعة الذرة الشامية والفول تقوم بزراعة الحبوب إما في جور أو في سطور حوالي ٧٠ – ٩٠سم.

وعموما- تستخدم طريقة الزراعة تسطير في المساحات الواسعة، ولا تتبع حتى الآن في مصر على نطاق واسع.

وتتميز طريقة الزراعة تسطير بالآتي:

١- سرعة الإجراء وقلة التكلفة.

٢- توفير في كمية التقاوي اللازمة للزراعة.

٣- انتظام توزيع التقاوي في الحقل وانتظام عمق الزراعة.

٤- إمكانية إجراء عملية التسميد بالجرعة التنشيطية من السماد النيتروجيني مع الزراعة باستعمال ماكينات التسطير المجهزة بذلك.

ثانيا- الزراعة الحراتي (الخضير)

هي عبارة عن زراعة بذور جافة أو بعد نقعها في الماء لمدة ١٢ ــ ٢٤ ساعة في أرض بها نسبة من الرطوبة تكفي لانبات البذور، مع تغطيتها جيدا بالثرى.

وتتبع هذه الطريقة في الحالات الآتية:

١- في حالة الأراضي الموبوءة بالحشائش، لأن ري الأرض قبل زراعتها يعمل على إنبات نسبة كبيرة من بذور الحشائش والتي يتم القضاء عليها عن طريق الحرث عند الزراعة.

٢- في حالة الأراضي الغير مستوية، حيث يكون الإنبات أكثر انتظاما لأن محتوى الأرض من الرطوبة يكون متساويا تقريبا في كل أنحاء الحقل.

٣- في حالة وجود الوقت الكافي لإجرائها دون تأخير ميعاد الزراعة عن الميعاد الأمثل.

ومن عيوب هذه الطريقة ما يلي:

١- زيادة كمية التقاوي المستخدمة في هذه الطريقة عن الطريقة العفير.

٢- عدم التحكم في عمق زراعة البذور، مما يؤدي إلى عدم انتظام تكشف البادرات فوق سطح التربة.

٣- لا تصلح هذه الطريقة في الأراضي الملحية، لأن تركز الأملاح حول البذور يكون أكبر منه في طريقة الزراعة عفير.

٤- لا تصلح هذه الطريقة في الأراضي الرملية الخفيفة التي لا تحتفظ برطوبتها لفترة طويلة.

وتقسم طريقة الزراعة الحراتي إلى:

١- زراعة حراتي بدار
٢- زراعة حراتي تلقيط خلف المحراث
٣- زراعة حراتي بالنقرة

١- زراعة حراتي بدار

تتلخص هذه الطريقة في ري الأرض رية غزيرة تعرف بـ"الرية الكدابة" ثم تترك لتجف الجفاف المناسب بحيث تحتوي على نسبة من الرطوبة تكفي لانبات البذور (حوالي ٦٠% من السعة الحقلية)، ثم تبذر التقاوي على سطح الأرض، ثم تحرث الأرض ثم تزحف جيدا لتغطية التقاوي وحفظ الرطوبة الأرضية اللازمة لانبات البذور، ثم تقسم الأرض إلى أحواض، تتوقف مساحة كل منها على نوع الأرض ودرجة استوائها ونوع المحصول المنزرع.

وتتبع هذه الطريقة في مصر في زراعة القمح والشعير والعدس وغيرها.

٢- زراعة حراتي تلقيط خلف المحراث

تتلخص هذه الطريقة في ري الأرض رية غزيرة قبل الزراعة (رية كدابة) كما هو الحال في الطريقة السابقة وبعد جفاف الأرض الجفاف المناسب بحيث تكون محتوية على نسبة من الرطوبة كافية لانبات البذور، يتم حرثها، ويتم تلقيط البذور التي سبق نقعها في الماء لمدة ١٢ - ٢٤ ساعة في بطن الخط خلف المحراث أثناء سيره، ثم تزحف الأرض جيدا لتغطية البذور، ثم تقسم إلى أحواض. وتتبع هذه الطريقة في زراعة بعض المحاصيل وخصوصا في المساحات الضيقة مثل الذرة الشامية.

٣- زراعة حراتي بالنقرة

تتم هذه الطريقة بري الأرض رية كدابة، ثم تترك لتجف الجفاف المناسب بحيث تحتوي على نسبة من الرطوبة تكفي لانبات البذور، ثم تزرع البذور التي سبق نقعها في الماء لمدة ١٢ ٢٤ساعة في جور مع تغطيتها جيدا بتراب مبتل وفوقه كمية من التراب الجاف.

وعموما- لا تتبع هذه الطريقة إلا في المساحات الصغيرة جدا، أو عند زراعة الجور الغائبة وذلك في عملية الترقيع.

ثالثا- الزراعة في وجود الماء

تتم الزراعة في وجود الماء بطريقتين هما:

أ- الزراعة البدار ب- الزراعة بالشتل

أ- الزراعة البدار في وجود الماء

تتم هذه الطريقة بتجهيز الأرض للزراعة جيدا، ثم تقسم إلى أحواض كبيرة عادة أو شرائح مناسبة للغمر بالماء، ثم تروى الأرض رية غزيرة بحيث تتشبع بالماء مع بقاء طبقة رقيقة جدا من الماء فوق سطح التربة، ثم تنثر التقاوي مباشرة وتتبع هذه الطريقة في زراعة البرسيم ويطلق عليها "الزراعة على اللمعة".

وقد يقوم المزارع بغمر الأرض بالماء لعمق ٧ – ١٠سم، ثم تجرى تسوية للأرض في وجود الماء (تلويط) في وجود الماء بواسطة اللواطة (راجع الباب الثامن)، ثم تبذر التقاوي مباشرة عندما يكون ارتفاع الماء فوق

سطح الأرض ٢ – ٤سم، فيترسب الطين العالق بالماء العكر على البذور مكونا غطاءا خفيفا على البذور وتتبع هذه الطريقة في زراعة الأرز بطريقة البدار.

وقد تكون التقاوي المستعملة جافة أو قد سبق نقعها في الماء لمدة ١٢ – ٢٤ساعة.

ويتم نثر التقاوي يدويا في مصر وفي كثير من الدول النامية المنتجة للأرز بينما يتم في الدول المتقدمة مثل أمريكا واليابان بواسطة الطائرات وفي هذه الحالة يجب أن تكون التقاوي قد سبق نقعها في الماء لمدة ١٨ – ٢٤ساعة حتى لا تطفو فوق سطح الماء ويؤدي ذلك إلى نقص عدد النباتات في وحدة المساحة ونقص المحصول.

ب- غرس الشتلات في وجود الماء

تختلف محاصيل الحقل المختلفة في استجابتها ونجاح زراعتها بالشتل، فبعضها يمكن زراعته بالشتل مثل الأرز والبصل وغيرها وبعضها يموت بعد شتله أو ينمو نموا ضعيفا جدا ولا يعطي محصول مثل القمح والقطن وغيرها.

وعموما- ترجع قدرة نباتات الأرز على استجابتها ونجاح زراعتها بالشتل إلى بعض الصفات المورفولوجية والفسيولوجية الخاصة بالنبات وأهمها القدرة على تجديد مجموعها الجذري بسرعة وتكوين مجموع جذري جديد قوي.

وعموما- تتم عملية غرس الشتلات في وجود الماء بالطرق الآتية:

١- غرس الشتلات في وجود الماء على الخطوط

وتتم هذه الطريقة بتجهيز الأرض للزراعة، ثم تخطط، ثم تروى الأرض رية غزيرة، ثم تغرس الشتلات في وجود الماء على ريشة واحدة أو على الريشتين وتتبع هذه الطريقة في زراعة البصل. وتتبع هذه الطريقة أيضا في زراعة القصب، ويطلق عليها "التدويس" وتتم بتجهيز الأرض للزراعة وتخطيطها ثم تروى بحيث تتشبع بالماء، ثم يسير عمال مدربون ويضعون عقل القصب في قلب الخطوط ثم يضغطون "يدوسون" عليها بأقدامهم.

ومن عيوب هذه الطريقة، هو عدم انتظام عمق الزراعة، إذ تكون بعض العقل سطحية وبعضها الآخر يكون على عمق كبير وهذا يؤدي إل انخفاض نسبة الإنبات (تكوين جذور العقلة ونمو البراعم) وعدم انتظام نمو النباتات، ولذلك فهي قليلة الانتشار في مصر.

٢- غرس الشتلات في وجود الماء في أحواض

تتم هذه الطريقة بإعداد الأرض للزراعة، ثم تقسم إلى أحواض كبيرة تتوقف مساحتها على درجة استواء الأرض، ثم تغمر بالماء، ثم يتم تسويتها بواسطة اللواطة، ثم يتم نقل الشتلات من أرض المشتل إلى الأرض المستديمة. ويتم غرس الشتلات في الأرض المستديمة. في سطور في جور، المسافة بين السطور والجور حوالي ١٥ – ٢٠سم وبكل جورة ٣ – ٤ نباتات على أن يتم الشتل في وجود كمية قليلة من الماء.

وتتميز طريقة زراعة الأرز بالشتل بالآتي:

١- توفير في كمية المياه وفي كمية التقاوي.

٢- سهولة مقاومة الحشائش.

٣- إمكان زراعة الأرز في الميعاد المناسب.

٤- تناسب الأراضي التي بها نسبة عالية من الملوحة لأن شتلات الأرزتعتبر أكثر تحملا لملوحة التربة من نباتات الأرز وهي في طور البادرة.

ومن عيوب طريقة الشتل ما يلي:

١- كثرة الأيدي العاملة اللازمة لعمليات تقليع الشتلات في أرض المشتل ونقلها إلى الحقل المستديم ثم شتلها.

٢- أقل كفاءة في إصلاح الأراضي الملحية لقصر فترة غمر الأرض بالماء عن الطريقة البدار.

وتتم عملية الشتل إما يدويا في مصر أو بواسطة الآلات، ولم تنجح هذه الطريقة في مصر على نطاق واسع.

كمية التقاوي اللازمة للزراعة

تعتبر كمية التقاوي من العوامل الهامة التي تؤثر على كمية المحصول عن طريق تأثيرها المباشر على كثافة النباتات (عدد النباتات في وحدة المساحة). وتتوقف كمية التقاوي اللازمة لزراعة وحدة المساحة أساسا على الكثافة النباتية المثلى للمحصول المنزرع ومتوسط وزن البذرة ونسبة إنبات البذور (التقاوي) المستخدمة تحت ظروف الحقل. وبناءا على ذلك فيمكن حساب كمية التقاوي اللازمة لزراعة فدان بصورة تقريبية إذا توافر لدينا الآتي:

١- الكثافة النباتية المثلى (عدد النباتات/ $م^٢$) للمحصول المنزرع.

٢- عدد البذور في الجرام الواحد.

٣- نسبة الانبات المتوقعة للبذور تحت ظروف الحقل.

وعلى سبيل المثال، إذا أريد زراعة محصول معين بكثافة نباتية قدرها ٢٠٠ نبات في المتر المربع، وعدد البذور في الجرام ٢٠ بذرة، ونسبة انبات هذه البذور تحت ظروف الحقل ٦٠%، فيمكن حساب كمية التقاوي اللازمة لزراعة فدان طبقا للمعادلة الآتية:

$$\text{كمية التقاوي اللازمة لزراعة فدان} = \frac{\text{عدد النباتات/ م}^2}{\text{عدد البذور/ جرام}} \div \text{نسبة الإنبات في الحقل}$$

$$= \frac{٢٠٠}{٢٠} \times \frac{١٠٠}{٦٠} \times ٤٢٠٠ = ٧٠ \text{ كجم/ فدان}$$

يتضح مما سبق أن كمية التقاوي تقل كلما ارتفعت نسبة انبات البذور. ولقد وجد بوجه عام، أن نسبة انبات البذور تحت ظروف الحقل تتراوح بين ٥٠ – ٧٠% وهذه يمكن تقديرها عن طريق اختبار قوة انبات البذور (راجع الباب الخامس عشر).

وعموما- تختلف محاصيل الحقل المختلفة في الكثافة النباتية المثلى في وحدة المساحة، فالمحاصيل ذات المجموع الخضري الكبير تحتاج إلى مساحة من الأرض أكبر ولهذا تكون الكثافة النباتية المثلى لها أقل من مثيلتها التي تحتاج مساحة من الأرض أقل، وعلى سبيل المثال، تتراوح الكثافة النباتية للذرة الشامية ٩ – ١٣ نبات م^2 ، بينما تصل في القمح إلى ٢٠٠ – ٣٠٠ نبات/ م^2 ويبين جدول (٩-١) عدد النباتات الأمثل في المتر المربع لأهم محاصيل الحقل.

جدول (٩-١). الكثافة النباتية المثلى (العدد الأمثل من النباتات/ م^2) لأهم محاصيل الحقل

المحصول	عدد النباتات/ م^2	المحصول	عدد النباتات/ م^2
الذرة الشامية	٩ – ١٣	فول الصويا	٢٥ - ٤٠
الذرة الرفيعة للحبوب	١١ – ١٦	الفول السوداني	١٠ – ١٢
القمح	٢٠٠ – ٣٠٠	بنجر السكر	٧– ٩
الشعير	٣٠٠	القطن	١٥ – ٢٠
الفول	١١ – ١٧	الكتان	٣٥ – ٤٥

عمق زراعة البذور Seeding depth

عند زراعة البذور يجب وضعها على عمق مناسب حتى تحصل على الرطوبة اللازمة لإنباتها وتكشف البادرات فوق سطح التربة. ويتوقف العمق الأمثل لزراعة البذور على العديد من العوامل أهمها ما يلي:

١- **حجم البذور:** يجب زراعة البذور الكبيرة الحجم مثل الذرة والفول على عمق أكبر بالمقارنة بالبذور الصغيرة نسبيا مثل القمح والشعير وغيرها. ويبين جدول (٩-٢) عمق زراعة بذور أهم محاصيل الحقل تحت الظروف العادية.

جدول (٩-٢). عمق زراعة بذور أهم محاصيل الحقل تحت الظروف العادية

المحصول	عمق الزراعة (سم)	المحصول	عمق الزراعة (سم)
الذرة الشامية	٤.٥ - ٦	فول الصويا	٢.٥ – ٤
الذرة الرفيعة	٣ – ٤	السمسم	٥ – ٨
القمح والشعير	٢.٥ – ٤	عباد الشمس	٣ – ٥
الدخن	٢.٥ – ٦	الفول السوداني	٥ – ١٠
الفول	٥ – ٨	الكتان	٢.٥ – ٤
الترمس	٣ – ٥	القطن	٤ – ٥
الحمص	٣.٥ - ٦	بنجر السكر	٢.٥ – ٤

٢- **نوع التربة:** يجب زراعة البذور على عمق أكبر نسبيا في الأراضي الرملية الخفيفة عنها في الأراضي الطينية، لأن الأراضي الرملية لا تحتفظ برطوبتها لفترة طويلة، كما تجف الطبقة السطحية بسرعة عنها في الأراضي الطينية.

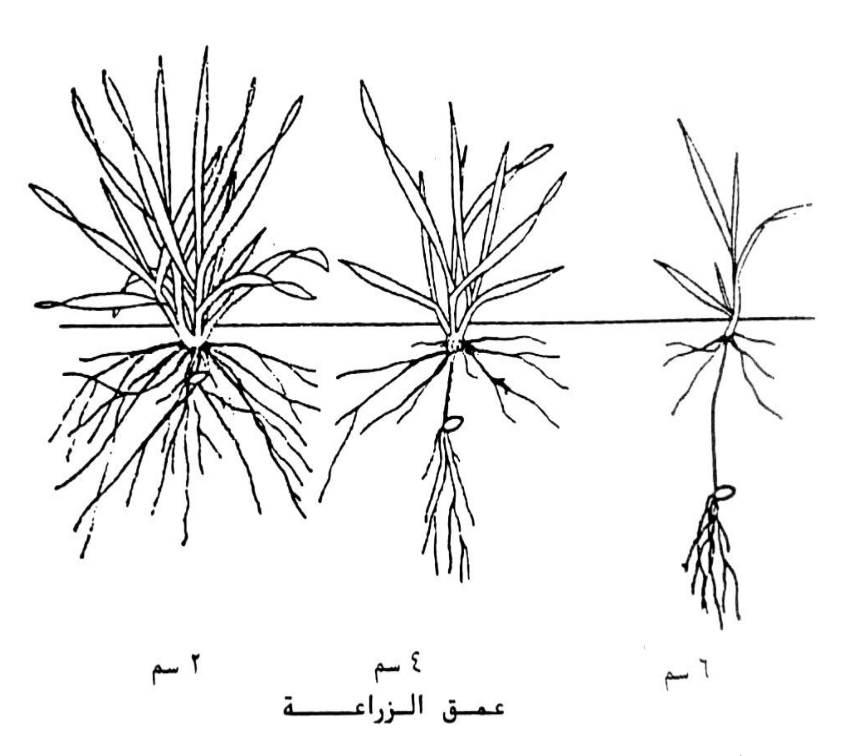
٣- **طريقة الزراعة:** تزرع البذور عادة على عمق أكبر في حالة الزراعة الحراتي بالمقارنة بالطريقة العفير.

تأثير عمق زراعة التقاوي على النمو والتفريع

إن زراعة البذور على العمق الأمثل يعتبر من العوامل الهامة التي تؤثر على الإنبات وتكشف البادرات فوق سطح التربة وهذا يؤثر على عدد النباتات في وحدة المساحة (الفدان) وكمية المحصول، حيث وجد أن الزراعة السطحية أي أقل من العمق المناسب، يؤدي إلى نقص نسبة الإنبات وتكشف البادرات فوق سطح التربة بسبب سرعة جفاف الطبقة السطحية من التربة علاوة على

مهاجمة الطيور. كما أن زراعة البذور على عمق أكبر من العمق الأمثل يؤدي أيضا إلى تأخير ظهور البادرات فوق سطح التربة أو قد تفشل البذور في الإنبات مما يعرضها إلى الإصابة بأمراض التربة، مما يؤدي إلى نقص نسبة الإنبات، كما أن البادرات التي تتكشف تكون ضعيفة لأن معظم الغذاء المخزن في البذور يستهلك في نمو البادرة قبل أن تصل إلى سطح التربة (شكل ٩-١).

مما سبق يمكن القول، بأن زراعة بذور المحاصيل على عمق أكبر أو أقل من العمق الأمثل يؤدي إلى نقص نسبة الإنبات وتكشف البادرات فوق سطح التربة.



شكل (٩-١). تأثير عمق زراعة الحبوب على نمو بادرات القمح (لقد زرعت الحبوب في وقت واحد على الأعماق المختلفة (٢سم، ٤سم، ٦سم)) (عن حسانين ٢٠٠١م)

الباب العاشر

عمليات خدمة المحصول بعد الزراعة

Post Sowing Practices

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

الترقيع والخف والعزيق

Replanting, Thinning and Hoeing

بعد زراعة المحصول تبدأ البذور في الإنبات وتتكشف البادرات فوق سطح التربة ثم تدخل النباتات في مرحلة النمو الخضري ثم مرحلة النمو الثمري والنضج والذي عنده يتم حصاد المحصول وأثناء أطوار النمو هذه تحتاج النباتات إلى رعاية من المزارع لضمان الوصول إلى العدد الأمثل من النباتات في وحدة المساحة وتوفير الظروف المناسبة للنمو الجيد وإعطاء أعلى محصول.

وتنحصر عمليات خدمة المحصول بعد الزراعة في الآتي:

١- الترقيع ٢- الخف ٣- العزيق ٤- الري

٥- التسميد ٦- مقاومة الآفات (الحشائش والآفات الفطرية والبكتيرية والفيروسية والآفات الحشرية والحيوانية) ٧- الحصاد والتخزين.

وسوف نناقش في هذا الباب عمليات الترقيع والخف والعزيق فقط.

أولا- عملية الترقيع Replanting

الترقيع هو عملية إعادة زراعة أجزاء الحقل الخالية من البادرات، للحصول على العدد الأمثل للنباتات في وحدة المساحة.

أسباب غياب النباتات

١-عدم تجهيز مرقد البذرة جيدا.
٢-رداءة التقاوي المستخدمة في الزراعة.
٣-عدم كفاية رية الزراعة أو محتوى التربة من الرطوبة لإتمام عملية الإنبات أو كثرة المياه في الأرض عند الزراعة.
٤-إصابة البادرات بالأمراض الفطرية أو الحشرية.
٥-زيادة ملوحة أو قلوية التربة.
٦-عدم موافقة الظروف الجوية للإنبات وخصوصا درجة الحرارة.
٧-زيادة عمق زراعة التقاوي عن اللازم أو عدم تغطية التقاوي جيدا مما يعرضها لأشعة الشمس والجفاف السريع للتربة ومهاجمة الطيور.

الإحتياطات الواجب مراعاتها عند الترقيع

١- يجب إجراء الترقيع إذا كانت نسبة غياب الجور أو النباتات في الحقل تزيد عن ٢٥% من مساحة الحقل، وقد يلزم زراعة الحقل بأكمله من جديد إذا كانت نسبة غياب الجور في الحقل أكثر من ٤٠%.
ومن الجدير بالذكر، أن هناك بعض المحاصيل التي لها القدرة على تكوين أفرع مثل محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح والشعير والأرز) والقطن وهذا يعطي النباتات القدرة على التغلب على نقص عدد النباتات بعد الإنبات وتكشف البادرات، ولذلك فإنه لا ينصح بإجراء الترقيع في مثل هذه المحاصيل إذا كانت نسبة النباتات الغائبة أقل من ٢٠%.
٢- يجب عدم التأخير في إجراء الترقيع ولذلك فينصح بإجراء الترقيع بعد تمام تكشف البادرات وظهورها فوق سطح التربة.
٣- يجب أن تكون البذور أو الشتلات أو العقل المستخدمة في الترقيع من نفس الصنف المنزرع حتى لا يحدث خلط بين الأصناف.
٤- يفضل استخدام تقاوي سبق نقعها في الماء لمدة ٢٤ ساعة للترقيع حتى يمكن أن تنبت بسرعة.

٥- يجب أن تكون بالتربة نسبة ملائمة من الرطوبة لإنبات البذور التي تزرع في عملية الترقيع، وفي حالة جفاف الأرض تروى البذور التي تم ترقيعها فقط بالماء لإتمام عملية الإنبات.

طرق الترقيع

١- الترقيع ببذور جافة ثم الري.

٢- الترقيع ببذور منقوعة في الماء ووضعها في ثرى رطب ثم التغطية بثرى جاف.

٣- الترقيع بالشتلة في المحاصيل التي يمكن زراعتها بطريقة الشتل مثل الأرز والبصل.

وعموما- يمكن القول أن الترقيع يعمل على تعويض جزئي للفقد في كمية المحصول نتيجة نقص عدد النباتات في وحدة المساحة وبالتالي إلى زيادة كمية المحصول بالمقارنة بالمساحات التي لم يتم ترقيع النباتات الغائبة بها، أما إذا كان الترقيع متأخرا، فإن تأثيره على كمية المحصول يكون ضئيلا في كثير من المحاصيل سريعة النمو مثل الذرة الشامية.

ثانيا عملية الخف Thinning

تعتبر عملية الخف من العمليات الزراعية الهامة والتي لا تقل أهمية عن عملية الترقيع، وتعرف بأنها عملية إزالة النباتات الزائدة عن العدد الأمثل في وحدة المساحة والذي يعطي أعلى محصول (راجع الباب التاسع). وتجرى عملية الخف وخصوصا تحت ظروفنا المصرية لأن المزارعين يميلون إلى زراعة بعض المحاصيل مثل القطن والذرة الشامية وغيرها بكمية كبيرة من التقاوي لضمان الحصول على عدد كبير من النباتات بوحدة المساحة على أن تخف بعد ذلك إلى العدد الأمثل. وعلى سبيل المثال، عند زراعة القطن في جور على خطوط يوضع في كل جورة أكثر من عشرة بذور أحيانا ينبت معظمها وتحدث منافسة شديدة بين نباتات الجورة الواحدة، ولذلك فيجب خفها على أن يترك بكل جورة نباتين فقط. وعموما- يلجأ المزراع عادة لوضع هذا العدد الكبير من البذور في كل جورة للتغلب على احتمال تعرض البذور أثناء إنباتها إلى ظروف بيئية سيئة أو لمهاجمة الآفات، كما قد تستخدم نباتات الخف في تغذية المواشي كما الحال في نباتات الذرة الشامية.

الإحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء عملية الخف

١- يجب أن لا تتأخر عملية الخف، حتى تقلل من الفترة التي تتنافس فيها النباتات قبل الخف على العناصر الغذائية والرطوبة الأرضية والضوء، مما يؤدي إلى نقص المحصول. وعموما- تتم عملية الخف في كثير من النباتات قبل رية المحاياة أي بعد ١٨ – ٢٠ يوم من الزراعة كما هو الحال في الذرة الشامية.

٢- يجب أن يتم الخف على مرة واحدة إلا في حالة الخوف من إصابة البادرات ببعض الآفات التي تسبب نقصا في عدد النباتات، فيتم الخف على مرتين، المرة الأولى قبل رية المحاياة والمرة الثانية تتم قبل الرية الثانية.

٣- يجب الإحتراس عند الخف خوفا من اقتلاع جميع النباتات الموجودة بالجورة، لأن جذور النباتات المتجاورة تكون متشابكة مع بعضها.

٤- يجب ترك البادرات القوية النمو والتخلص من البادرات الضعيفة.

٥- يجب إجراء عملية الخف قبل إجراء عملية العزيق حتى يمكن تكوين التراب حول قواعد النباتات مما يساعد على تثبيتها جيدا ومنع رقادها كما هو الحال في الذرة الشامية.

٦- في حالة الزراعة حراتي تلقيط خلف المحراث كما هو الحال في الذرة الشامية، يجب أن تخف النباتات بحيث تكون على أبعاد منتظمة في الحقل.

ومن الجدير بالذكر، أنه عادة لا تجرى عملية خف للمحاصيل التي تزرع من أجل العلف الأخضر مثل البرسيم والذرة الشامية التي تزرع كمحصول علف أخضر (الدراوة)، والذرة الرفيعة السكرية وغيرها، وكذلك محاصيل الحبوب الصغيرة مثل القمح والشعير والأرز.

ثالثا- العزيق Cultivation (Hoeing)

العزيق هو عملية إثارة وتفكيك الطبقة السطحية من التربة بين النباتات المنزرعة على خطوط أو على مسافات متباعدة (مثل الذرة والقطن والقصب وغيرها) تسمح بهذه العملية.

ومن الجدير بالذكر، أن المحاصيل التي تزرع بطريقة البدار بكثافة عالية مثل القمح والشعير وغيرها لا تحتاج إلى عملية عزيق.

فوائد العزيق

١- التخلص من الحشائش النامية مع المحصول المنزرع وتقليل منافستها للمحصول على الماء والعناصر الغذائية والضوء مما يؤدي إلى زيادة المحصول ، وتعتبر هذه أهم فائدة للعزيق.

٢- تهوية الطبقة السطحية من التربة، حيث يعمل العزيق على تفكيك الطبقة السطحية من التربة مما يؤدي إلى زيادة تهويتها، وهذا يؤدي إلى زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة مما يزيد من تكوين النترات والتي يمكن للمحصول الإستفادة منها.

٣- يعمل العزيق على تجميع التراب حول سيقان النباتات المنزرعة وهذا يعمل على زيادة تثبيتها في الأرض وعدم رقادها عند هبوب الرياح كما هو الحال في الذرة والقصب وغيرها.

٤- تكسير الشقوق السطحية وتكوين طبقة مفككة تقلل من فقد الرطوبة من الطبقة السطحية.

٥- يعمل العزيق على تسليك الخطوط وسهولة سريان الماء فيها وهذا يساعد في إحكام عملية الري وخصوصا في المحاصيل الحساسة للري في أطوار نموها الأولى مثل الذرة الشامية.

عدد مرات العزيق

يتوقف عدد مرات العزيق على درجة انتشار الحشائش ونوع المحصول المنزرع ونوع الأرض وموسم الزراعة، حيث يزداد مرات العزيق بزيادة انتشار الحشائش وفي الصيف عنه في الشتاء.

وعموما- يجب إجراء العزيق أكثر من مرة حتى يمكن الحد من نمو الحشائش ومنافستها للمحصول وخصوصا في المراحل الأولى من النمو. وعادة يقوم المزارع في مصر بإجراء عملية العزيق من ٢- ٣ مرة في الذرة الشامية والقطن.

ومن الجدير بالذكر، أنه لا ينصح بزيادة عدد مرات العزيق عن اللازم لأن الزيادة الطفيفة في المحصول قد لا تعوض التكاليف التي تنفق على عدد العزقات الزيادة.

ولقد أظهرت نتائج الأبحاث أن عدد مرات العزيق الفعال والمؤثر على كمية المحصول هو العدد اللازم لمقاومة الحشائش المصاحبة للمحصول.

عمق العزيق

إن العزيق العميق ليس له أهمية كبيرة غالبا ولذلك فينصح بالعزيق السطحي لأنه يؤدي الأغراض المختلفة المطلوبة من إجراء عملية العزيق وأهمها إزالة الحشائش المنافسة للمحصول، إلا في حالة الأراضي الطينية الثقيلة فإن العزيق العميق نسبيا يعمل على تهوية التربة وزيادة قدرتها على تشرب الماء.

وعموما- يجب أن يكون العزيق سطحيا في بداية حياة النبات حتى لا يتسبب في قطع جذور النباتات ويؤخر نموها.

الإحتياطات الواجب مراعاتها عند إجراء عملية العزيق

١- يجب تجميع التراب حول قواعد النباتات لتثبيتها جيدا، وفي حالة الزراعة على خطوط يجب أخذ جزء من الريشة البطالة إلى الريشة العمالة في العزقة الثانية.

٢- يجب عدم التأخير في عملية العزيق حتى لا تطول الفترة التي تتنافس فيها الحشائش مع المحصول.

٣- يجب تقليع الحشائش الموجودة بين النباتات باليد والتي يصعب التخلص منها بالفأس.

آلات العزيق

تجرى عملية العزيق في مصر يدويا بواسطة الفأس وقد تتم عملية العزيق بواسطة المحراث البلدي الذي يسير بين خطوط المحصول المنزرع.

وفي الدول المتقدمة يتم العزيق آليا بواسطة آلات العزيق، وعند استخدام هذه العزاقات الميكانيكية يجب أن تكون زراعة المحصول قد تمت بالآلات أيضا حتى تكون الخطوط متوازية والمسافات بين الخطوط منتظمة مما يسمح بمرور الجرار دون إحداث أضرار كبيرة للنباتات، وهذه الشروط غير متوافرة تحت الظروف المصرية حاليا.

الباب الحادي عشر

ري محاصيل الحقل والصرف الزراعي

Irrigation of field crops and drainage

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

أولا- الري Irrigation

يعرف الري بأنه عبارة عن إضافة الماء الى الأرض المنزرعة بكميات كافية لتعويض ما تفقده التربة من الماء المتيسر للنباتات في منطقة انتشار الجذور.

أهمية الماء في حياة النبات

١. يدخل الماء في كثير من تفاعلات التمثيل الغذائي، مثل عملية التمثيل الضوئي، إذ يعتبر الماء هو المصدر الوحيد لذرات الهيدروجين، التي تلزم لاختزال غاز ثاني أكسيد الكربون.

٢. يعتبر الماء مكونا رئيسيا للبروتوبلازم.

٣. يعتبر الماء وسطا لانتقال المواد الغذائية من المحلول الأرضي إلى داخل النبات، كما يعتبر أيضا وسطا لانتقال العناصر الغذائية والمواد الممثلة داخل الخلية، ومن خلية إلى أخرى، ومن نسيج لآخر ومن عضو لآخر.

٤. يعتبر الماء هو الوسط الذي يتم فيه العديد من تفاعلات التمثيل الغذائي بالنبات.

٥. يساعد فقد الماء من النبات عن طريق النتح، على خفض درجة حرارة الأنسجة، وتكيفها مع الوسط الذي توجد فيه.

٦. يعتبر الماء ضروريا لحفظ خلايا النبات في حالة انتفاخ، وهذا يؤدي بدوره إلى بقاء الخلايا الحارسة بالأوراق مفتوحة، مما يسمح بانتشار غاز ثاني أكسيد الكربون خلال أنسجة النبات. كما يساعد تميؤ الخلايا على الإبقاء على شكل وبعض صفات النبات.

صور الماء بالأرض

يوجد الماء في الأرض في صور مختلفة أهمها ما يلي:

١. **الماء الحر Free water**

وهو الماء الذي يوجد حرا في المسافات البينية بين حبيبات التربة والذي يتحرك الي اسفل بفعل الجاذبية الأرضية، وهذا الماء جزء منه يبلل الطبقات السفلي من التربة والجزء الباقي منه يصل الي باطن الأرض . وتقل قدرة النباتات على امتصاصه بسبب نقص تهوية الأرض .

٢. **الماء الشعري Capillary water**

هو الماء الذي تحتفظ به التربة في المسام الدقيقة بين حبيبات التربة ضد الجاذبية الأرضية ويعتبر الماء الشعري متيسرا للامتصاص بواسطة النباتات وهذا الماء هو الذي يكون محلول التربة الذي تذوب فيه الاملاح المعدنية، وتتراوح قوة مسك الأرض لهذا الماء بين ٠.١ –٣١ ضغط جو .

٣. **الماء الهيجروسكوبي Hygroscopic water**

هو الماء الذي يوجد في صورة غلاف حول حبيبات التربة، ويتراوح قوة مسك حبيبات التربة لهذا الماء بين ٣١- ١٠٠٠٠ ضغط جو .

السعة الحقلية Field capacity

هي عبارة عن كمية الماء التي تحتفظ بها التربة بعد (صرف) رشح الماء الزائد بفعل الجاذبية الأرضية بعد ٢٤-٧٢ ساعة بعد الري . وتعتبر السعة الحقلية من اهم الثوابت المائية الأرضية لأنها تدخل في حساب المقننات المائية (كمية المياه التي تضاف للمحصول في الرية الواحدة لمحصول معين)، وتقدر القوة التي تحتفظ التربة بمائها عند السعة الحقلية من ٠.١ - ١ ضغط جوي على حسب نوع التربة .

الذبول الدائم Permeantwilting

هو عبارة عن نسبة الرطوبة الموجودة في الأرض عند ذبول النبات ذبولا دائما حتى ولو اضيف الماء الى الأرض .

وعموما – تصل نسبة الرطوبة بالتربة عند الذبول الدائم الى ١-١٥ % متوقفا ذلك على قوام التربة.

طرق ري محاصيل الحقل

تتعدد طرق ري المحاصيل وأهمها ما يلي:
أولا: الري السطحي
ثانيا: الري بالتنقيط
ثالثا: الري بالرش (الرذاذي)
ويتوقف اختيار طريقة الري المناسبة على الكثير من العوامل أهمها:

١- **طبوغرافية الأرض:** حيث لا تصلح طريقة الري السطحي في الأراضي غير المستوية ولكن يمكن اتباع طريقة الري بالتنقيط او الرش .

٢- **نوع الأرض:** يؤدي اتباع الري السطحى في الأراضي الرملية الي تسرب مقدار كبير من مياه الري الى باطن الأرض، بينما يفضل نظام الري بالتنقيط او الرش في هذه الأراضي .

٣- **مدي توافر الماء:** اذا كان الماء عاملا محددا ومهما في منطقة ما فيجب استخدام طريقة الري بالرش او التنقيط بدلا من الري السطحي .

أولا: الري السطحي

يعتبر الري السطحي ويسمي أيضا الري بالغمر من أقدم طرق ري المحاصيل وأكثرها شيوعا في المناطق التي يتوافر فيها الماء .

مزايا الري السطحي:

١- سهولة عملية الري .
٢- لا يتطلب كثيرا من المعدات الخاصة بعملية الري .
٣- يعتبر طريقة فعالة لإصلاح الأراضي الملحية والقلوية حيث يعمل على غسيل الاملاح .

عيوب الري السطحي:

١- فقد كمية كبيرة من المياه دون الاستفادة منها، حيث ان جزء من هذه المياه يتسرب الى باطن الأرض وخصوصا في الأراضي الصحراوية الرملية.
٢- فقد جزء من مساحة الأرض المنزرعة لانشاء القني والبتون .

أهم طرق الري السطحي

أولا:- طريقة الاحواض العادية

تعتبر هذه الطريقة من أكثر الطرق انتشارا في الزراعة المصرية . وفي هذه الطريقة تنقسم الأرض الي أحواض مربعة او مستطيلة بإقامة القنوات الحقلية (القني) عمودية على القناة المستديمة (الموجودة في رأس الحقل)، مع إقامة بتون طولية موازية للقنوات الحقلية مع وجود بتن طولي بين كل قناتين حقليتين، ثم تقام البتون العرضية موازية للقناة المستديمة .

وفى حالة وجود انحدار في الأرض، فتقام القناة المستديمة في رأس الحقل، ثم تقام القنوات الحقلية عمودية على القناة المستديمة ولا يوجد بين القنوات الحقلية بتون .

وعموما تتوقف مساحة الحوض على العديد من العوامل أهمها:

١ـ نوع المحصول: حيث تزداد مساحة الحوض في حالة المحاصيل التي تتحمل الغمر بالماء مثل الأرز او المحبة للماء مثل البرسيم، وتقل في حالة المحاصيل التي لا تتحمل الغمر بالماء مثل الذرة الشامية والكتان . ويفضل ان تكون مساحة الحوض في الأرز حوالى ١٠×٣٠ م^{٢} وفي الذرة الشامية والكتان حوالي ١٠×١٠ م^{٢} .

٢ـ درجة استواء الأرض: اذ يجب تصغير الحوض في الأراضي شديدة الانحدار. وعند الرغبة في استخدام الالات الزراعية في المحصول المراد زراعته فيمكن تقسيم الأرض الى شرائح او احواض طويلة ثم تقام بتون طويلة عمودية على القناة المستديمة الموجودة برأس الحقل، وفى هذه الحالة يمكن ان يمتد طول الحوض الى اكثر من ١٠٠م .

ومن الجدير بالذكر، انه في حالة ري الاحواض يبلل سطح ارض الحوض كلها بالماء عند كل رية .

ثانيا: الري بالخطوط

يستخدم هذا النظام في ري المحاصيل التي تزرع على خطوط مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة والفول وغيرها .

وفي هذا النظام من الري تكون القناة الرئيسية في رأس الحقل كما هو الحال في طريقة ري الاحواض، ثم تقام الخطوط موازية للقناة المستديمة، ثم تقسم الأرض بإقامة القنوات الحقلية والبتون عمودية على الخطوط، وتسمى المسافة بين كل قناة وبتن بـ " شريحة أو فردة "، ثم تقسم كل شريحة الى

حواويل، يحد كل حوال برباطين وبتن وقناة، اذا كان الري علي يدين في حالة الأرض مستوية تقريبا، او برباطين وقناة اذا كان الري على يد واحدة في حالة الأرض الغير مستوية .

ويتوقف عدد الخطوط بالحوال على حسب نوع الأرض ودرجة استواء سطحها ونوع المحصول المنزرع .

وعموما، يجب ان يكون طول الخط قليل في الأراضي الرملية لانه كلما زاد طول الخط في الأراضي الرملية كلما زادت كمية الماء التي تتسرب الى باطن الأرض قبل ان تصل الكمية الكافية من ماء الري الى اخر الخط . ويتراوح ارتفاع الخط من ٢٠-٣٠ سم.

وتتميز هذه الطريقة بأن ماء الري ينساب الماء في بطن الخط فقط دون ظهره، وفي هذه الحالة يتراوح سطح الأرض المبلل بالماء حوالي ٢٠-٥٠ % فقط من المساحة المنزرعة، وهذا يؤدى الي توفير مياه الري وعدم انبات بذور الحشائش التي لا تصل اليها كمية كافية من الماء لانباتها بعكس طريقة الري بالاحواض .

ثالثا: الري بالسيفون Sifon

السيفون هو عبارة عن انبوبة من البلاستيك او الألومنيوم على شكل قوس او حرف S وعن طريقه يتم نقل المياه من قناة الري الى الخطوط او الاحواض وبهذه الطريقة يمكن التحكم في كمية المياه المستخدمة للري بدقة أكبر (شكل ١١-١).



شكل (١١-١). الري بالسيفون

رابعا:- الري تحت السطحي Subsurface irrigation

وفيه يتم إضافة ماء الري من تحت سطح التربة حيث ينتشر الى اعلي بواسطة الخاصة الشعرية الى منطقة انتشار الجذور، وفي هذه الحالة يتطلب وجود طبقة تحت الأرض قليلة المسامية حتى يمكن تكوين مستوي ماء ارضي صناعي فوقها ويرتفع الماء منها الى اعلي بالخاصية الشعرية . وتعتبر هذه الطريقة جيدة من حيث توزيع الماء وتوفير العمالة ولكنها مكلفة من حيث انشاء الشبكة وتكاليف التشغيل ولذلك فهذه الطريقة غير منتشرة في مصر .

كفاءة الري

تتعرض مياه الري التي تضاف الى التربة للفقد عن طريق الوسائل الاتية:

١- **البخر Evaporation** من سطح التربة مباشرة .

٢- **النتح Transpiration** من المجموع الخضري للنباتات .

ويطلق على كمية المياه التي تفقد عن طريق البخر والنتح مضافا اليها كمية الماء التي تدخل في تركيب النبات بـ " الاستهلاك المائي "

٣- **الجريان (الصرف) السطحي Surface runoff** للماء خارج الحقل والذي ينتج عادة عن زيادة كمية ماء الري الزائد .

٤- **التسرب الي باطن الأرض Seepage** بعيدا عن منطقة نمو وانتشار الجذور .

مما سبق يمكن القول انه كلما قلت كمية المياه التي تفقد عن طريق كلا من الجريان السطحى والتسرب الى باطن الأرض كلما زادت كفاءة عملية الري حيث أن:

$$\text{كفاءة الري} = \frac{\text{الاستهلاك المائي}}{\text{الاستهلاك المائي + كمية المياه التي تفقد عن طريق الجريان السطحى والتسرب الى باطن الأرض}}$$

ومن الجدير بالذكر، ان كفاءة الري في الري السطحي حوالي ٤٠-٥٠% وفى الري بالرش ٧٥% وفى الري بالتنقيط ٩٠ % أو أكثر.

المقنن المائي

يعرف المقنن المائي بأنه عبارة عن كمية المياه بالأمتار المكعبة التي تعطى للمحصول من اول رية حتى اخر رية ويدخل فيها كل مصادر الفقد السابقة إضافة الي كمية المياه اللازمة لغسيل الاملاح في الأراضي الملحية . وتقسم المقننات المائية الي:

١- **مقنن الحقل:** ويحسب عند رأس الحقل .
٢- **مقنن الترعة:** وهو مقدار الماء الذي يتم تصريفه من ماء عند فم الترعة .
٣- **المقنن المائي عند اسوان:** وهو مقدار الماء الذي يتم تصريفه عند اسوان .

وعموما، يزيد مقنن الترعة عن مقنن الحقل بحوالي ١٠-٢٠ % كما يزيد المقنن عند اسوان عن مقنن الترعة بحوالي ٥-١٥ % .

ثانيا- الري بالتنقيط Drip irrigation

يعتبر الري بالتنقيط من افضل طرق الري الحديثة تحت الظروف المصرية وخصوصا في الأراضي الرملية حديثة الاستزراع، وفيها يضاف ماء الري علي هيئة قطرات عند قواعد النباتات من خلال نقاطات .

مكونات نظام الري بالتنقيط

١- **وحدة تحكم رئيسية:** تركب عند مصدر المياه وتتكون من طلمبة ضخ المياه ووحدة تنقية المياه قبل دخولها الى النظام، كما يمكن تركيب أجهزة القياس المختلفة مثل قياس ضغط المياه وعدادات لقياس تصريف المياه .
٢- **خطوط المواسير:** غالبا تستخدم مواسير PVC وهذه تنقل المياه من مصدر المياه الى خراطيم التنقيط .
٣- **خراطيم التنقيط:** وهذه تصنع عادة من مادة البولي ايثيلين، وتوزع هذه الخراطيم فوق سطح الأرض وتمتد الي جوار النباتات او بينها .
٤- **النقاطات:** وهى التي يخرج منها الماء في صورة قطرات ذات معدل تصريف منتظم، وتصنع غالبا من بلاستيك ذو قوة تحمل عالية .

مزايا الري بالتنقيط

١- ارتفاع كفاءة الري حيث تصل الي ٩٠% او اكثر.
٢- توفير مياه الري مقارنة بالري السطحي بحوالي ٤٠ % او اكثر .
٣- توفير الماء باستمرار في منطقة نمو الجذور، حيث يضاف الماء علي حسب احتياجاتها .
٤- إمكانية إضافة الأسمدة والمبيدات الفطرية والحشرية مع ماء الري .
٥- تصلح في الأراضي المستوية وغير المستوية .

٦- توفير المساحة اللازمة للقنوات وإقامة البتون، وهذه تصل الى حوالي ١٠ % من المساحة المزروعة .

٧- تقليل نسبة الحشائش النامية حيث يضاف ماء الري في منطقة نمو المحصول فقط وتظل أجزاء من سطح الأرض جافة ولا يتوافر الماء بها بالكمية اللازمة لانبات بذور الحشائش .

٨- يمكن استخدام ماء ري به نسبة ملوحة مرتفعة نسبيا دون احداث ضرر للنبات.

عيوب الري بالتنقيط

١- تعتبر اكثر تكلفة من الري السطحي .

٢- انسداد النقاطات .

٣- تحتاج فنيين مهرة للتصميم والتشغيل والصيانة .

ثالثا- الري بالرش

يعتبر الري بالرش احد أنظمة الري الحديثة ويستخدم في ري المحاصيل، وفيه يضاف الماء للنباتات علي هيئة رذاذ يشبه المطر، وذلك بضغط الماء خلال رشاشات ذات فتحات دقيقة .

أهم أنظمة للري بالرش:

(أ) الري بالرش المتنقل (النقالي)

١- الري بالرش النقالي اليدوي: وفيه يتم نقل الخطوط الفرعية من خط لاخر.

٢- الري بالرش النقالي على عجل متدحرج.

٣- الري بالرش النقالي بالمدفع المتنقل.

(ب) الري بالرش الثابت: وفيه تكون الشبكة ثابتة وموزعة لكي تغطى المساحة المنزرعة.

(جـ) الري بالرش دائم الحركة (المحوري): وفيه تثبت الرشاشات على محور كبير يتحرك دائريا على عجلات ويتصل في المركز بمضخة المياه، وملحق به خزان للتسميد مع مياه الري، ويقوم بري مساحة دائرية

حوالي اكثر من ١٠٠ فدان دفعة واحدة وهذا النظام متبع في مصر في مشروع الصالحية.

وعموما يحتاج الري بالرش الى مضخة توفر ضغطا عاليا وشبكة انابيب رئيسية وفرعية وشبكة من الرشاشات تركب على الانابيب الفرعية .

مزايا الري بالرش

١- التوفير في مياه الري مقارنة بالري السطحي .

٢- التوفير في الايدى العاملة .

٣- ذو كفاءة ري عالية تصل إلي ٨٠ % .

٤- إمكانية إضافة الأسمدة والمبيدات مع ماء الري .

٥- زيادة مساحة الأرض المنزرعة بحوالي ٥-٨ % لعدم استخدام قنوات وبتون .

٦- تعتبر طريقة فعالة في ري الأراضي الرملية التي لا تستطيع الاحتفاظ بالماء لفترة طويلة وكذلك الأراضي ذات مستوى الماء الأرضي المرتفع .

عيوب الري بالرش

١- ارتفاع تكاليف انشاء وتشغيل شبكة الري .

٢- تأثره بالعوامل الجوية وخصوصا الرياح .

٣- اصابة أوراق بعض النباتات ببعض الامراض نتيجة لابتلالها، واحتراق بعض الأوراق عند استخدام مياه ري تحتوي على نسبة عالية من الاملاح.

عدد الريات والفترة بين الريات

يتوقف عدد الريات وكذلك الفترة بين الريات على عديد من العوامل أهمها:

١- نوع التربة: حيث يزداد عدد الريات وتقل الفترة بين الريات في الأراضي الرملية ذات القدرة المنخفضة على الاحتفاظ بالماء والعكس في الأراضي الطينية.

٢- نوع المحصول المنزرع: حيث تحتاج بعض المحاصيل الى عدد ريات أكثر من البعض الآخر، ويرجع ذلك الى طبيعة النمو الخضرى ونمو المجموع الجذري للمحصول وكذلك درجة تحملها لنقص الرطوبة الأرضية وطول موسم نموها. وعلى سبيل المثال يحتاج نبات القرطم الى ريتين فقط

وتحتاج نباتات القمح الى ٣-٥ ريات، بينما يحتاج القصب الى اكثر من ٢٠ رية .

٣- منطقة الزراعة: يزداد عدد الريات وتقل الفترة بين الريات للمحصول الواحد والمنزرع في نفس نوع الارض في مصر العليا عنه في الوجه البحري، ويرجع ذلك أساسا الى ارتفاع درجات الحرارة ونقص الرطوبة الجوية في مصر العليا عن الوجه البحري .

٤- موسم النمو: حيث تحتاج المحاصيل الشتوية مثل القمح والشعير والكتان الى عدد ريات اقل من المحاصيل الصيفية مثل الذرة الشامية والقطن.

٥- مرحلة نمو المحصول: يقل الاحتياج المائي للنباتات عادة في مراحل نموها الاولي ثم يزداد في مرحلة النمو الخضري ثم يقل في مرحلة النمو الثمري. وحيث ان جذور النباتات يزداد تعمقها تدريجيا في التربة بتقدم النباتات في العمر من بداية تكشف البادرات فوق سطح التربة حتى النضج، فإنه يجب إضافة الماء للنباتات اثناء نموها بحيث يتم ترطيب منطقة انتشار الجذور طول حياة النبات.

نظام ري المحاصيل خلال موسم النمو

بعد زراعة المحصول بالطريقة الجافة (عفير) تروي الأرض رية الزراعة. ثم يروي المحصول الرية الاولي بعد الزراعة وتسمي رية المحاياة . ويتوقف ميعاد رية المحاياة على كثير من العوامل أهمها:

١- طريقة الزراعة: حيث يجب التبكير في رية المحاياة في حالة الزراعة العفير عن الزراعة الحراتى.

٢- نوع الأرض: يجب التبكير في رية المحاياة في الأراضي الرملية عن الأراضي الطينية لضمان انبات البذور وتكشف البادرات.

٣- نوع المحصول: يختلف ميعاد رية المحاياة باختلاف المحاصيل، فتصل في محصول بنجر السكر الى حوالى خمسة أيام فقط للمساعدة في تكشف البادرات فوق سطح التربة، وتصل الى حوالي ثلاثة أسابيع في محصول الذرة الشامية او بعد فترة طويلة قد تصل لـ ٢٥-٣٠ يوم في القمح .

ومن الجدير بالذكر، ان المحصول الواحد يختلف في درجة تحمله لنقص او زيادة الرطوبة الأرضية من طور الي طور آخر، وعلى سبيل المثال، تعتبر نباتات الذرة الشامية حساسة للري الغزير في اطوار نموها الأولى عن طور النمو الثمري .

وعموما، تعطى اخر رية قبل حصاد المحصول بفترة تختلف باختلاف المحاصيل فمثلا في محصول البرسيم يمنع الري بعد منتصف مايو تقريبا لمنع انتشار دودة ورق القطن . وفي محاصيل قصب السكر وبنجر السكر يجب عدم التأخير في الرية الأخيرة لان ذلك يؤدى الى نقص نسبة السكر في سيقان القصب وجذور البنجر .

كيفية تحديد ميعاد ري المحاصيل

يمكن معرفة تعرض النباتات للعطش وحاجتها للري، وذلك عندما تذبل ذبولا مؤقتا والتفاف أوراقها كما هو الحال في محاصيل الحبوب، وذبول الأوراق في نباتات الفول وبنجر السكر وخصوصا في الأوقات الحارة من اليوم .

وعموما يجب الا يتأخر ميعاد ري النباتات حتى تصل نسبة الرطوبة بالتربة الى نقطة الذبول او قريبا منها وخصوصا اثناء الفترات الحرجة لاحتياج المحصول للماء، ولكن يجب ان تكون هناك كمية من الماء المتيسر للنباتات في جميع مراحل نموه حتى يستمر في النمو وإعطاء محصول.

الشروط الواجب مراعاتها عند ري المحاصيل

١- عدم الري اثناء هبوب الرياح وخصوصا في محصول الذرة الشامية والقصب حتى لا يحدث رقاد ويؤدي ذلك الى نقص المحصول.

٢- عدم الاسراف في الري لان كمية المياه الزائدة تتسرب الى باطن الأرض دون الاستفادة منها .

٣- يجب تعطيش النباتات عند نموها نموا خضريا حتى تتجه الى النمو الثمري كما هو الحال في القطن .

٤- يجب الانتظام في ري بعض المحاصيل مثل البصل حتى لا تزداد نسبة الابصال المزدوجة .

٥- يجب عدم تعطيش النباتات في مرحلة الإزهار والاثمار لان ذلك يؤدى الي نقص في كمية المحصول كما هو الحال في محاصيل الحبوب والبقول.

٦- يجب ان يكون الري خفيفا في الفترات الأولى من حياة النبات لصغر حجم المجموع الجذري والخضري للنباتات في هذه المرحلة وبالتالي احتياجاته المائية تكون قليلة .

نظام ري الاحواض والحواويل

يمكن نقل الماء من القناة الحقلية الى الحوال او الحوض بطريقتين هما:
١- الري على الطالع: وهو ري الاحواض او الحواويل من نهاية القناة بالتتابع حتى رأس الحقل.
٢- الري على النازل: ويتبع هذا النظام في الأراضي المنحدرة وهو عبارة عن ري الاحواض او الحواويل من بداية القناة (رأس الحقل) حتى نهاية القناة (ذيل الحقل).
٣- الري على الحامي: وهو عبارة عن تدفق الماء بكمية كبيرة وبسرعة في الحوض يتم الغمر بالماء دفعة واحدة . وتفضل هذه الطريقة في الأراضي الرملية لضمان وصول كمية كافية من الماء الى نهاية الحوض او الحوال وهذا يعمل علي نقص كمية المياه التي تفقد عن طريق التسرب الي باطن الأرض بعيدا عن منطقة نمو الجذور.
٤- الري على البارد: وفيه ينساب الماء ببطء وهذا يعمل على اتاحة الفرصة للأرض ان تتشرب كمية كبيرة من الماء، ويفضل اتباع هذه الطريقة في الأراضي الطينية.

السدة الشتوية

هي اجراء سنوي تنفذه وزارة الموارد المائية والري منذ بناء السد العالى وحتى الان حيث تقوم بحبس المياه عن المجاري المائية لمدة شهر تقريبا . والهدف منها هو اجراء اعمال الصيانة والتطوير في شبكات الري والصرف وكذلك مجري النيل وفروعه وتكون السدة الشتوية عادة في شهر يناير من كل عام حيث درجات الحرارة المنخفضة والاحتياجات المائية للمحاصيل الشتوية قليلة نسبيا فلا تتأثر كثيرا خلال هذه الفترة.

ثانيا- الصرف الزراعي Drainage

لقد أدى إدخال نظام الري المستديم والإسراف في مياه الري في مصر إلى تجمع الماء في باطن الأرض بمرور الوقت وارتفاع مستوى الماء الأرضي أي قربه إلى سطح الأرض (شكل ١١-٢). ويؤدي ارتفاع مستوى الماء الأرض إلى كثير من الأضرار أهمها ما يلي:

١- سوء تهوية التربة بسبب إحلال الماء محل الهواء الأرضي مما يؤدي إلى الحد من المجال الذي تنتشر فيه جذور النباتات (شكل ١١-٢)، وهذا يؤدي بدوره إلى ضعف نمو النبات ونقص المحصول.
٢- تجمع الأملاح على سطح الأرض.
٣- نقص نشاط الكائنات الحية الدقيقة النافعة الهوائية مثل بكتيريا تثبيت النيتروجين الجوي، بينما يزداد نشاط البكتيريا اللاهوائية التي تقوم بتحويل بعض العناصر الغذائية إلى صورة غير صالحة للإمتصاص بواسطة المحاصيل.
٤- إنخفاض درجة حرارة التربة وهذا يؤدي إلى نقص معدل نمو الجذور.
٥- تشجيع تكاثر بعض الحشرات والأمراض النباتية في التربة والتي تسبب أضرار للمحاصيل.

مما سبق يتضح ضرورة خفض مستوى الماء الأرضي للمحافظة على الإنتاجية العالية للمحاصيل المنزرعة. ويعتبر الصرف الزراعي الوسيلة الوحيدة لذلك. ويعرف الصرف بأنه العملية أو الوسيلة التي يمكن عن طريقها التخلص من المياه الزائدة عن حاجة النبات سواء كان هذا الماء فوق أو تحت سطح التربة.

أهمية الصرف

١- التخلص من المياه الزائدة عن حاجة النبات والموجودة فوق أو تحت سطح التربة.
٢- تحسين تهوية التربة وهذا يؤدي إلى زيادة عمق منطقة انتشار الجذور ونموها (شكل ١١-٢). كما يؤدي إلى زيادة نشاط الكائنات الحية الدقيقة الهوائية مثل بكتيريا تثبيت النيتروجين الجوي وتلك التي تقوم بتحلل المادة العضوية بالتربة مما يؤدي إلى إسراع عملية تحللها بالتربة واستفادة المحصول المنزرع منها.

٣- نحسين بناء التربة وتسهيل عمليات خدمة الأرض مثل الحرث.
٤- خفض مستوى ملوحة التربة بمنطقة نمو الجذور.
٥- زيادة عمق منطقة انتشار الجذور بسبب خفض مستوى الماء الأرضي (شكل ١١-٢).
٦- رفع درجة حرارة الأرض مما يعمل على زيادة معدل نمو وانتشار الجذور.
٧- زيادة إنتاجية المحاصيل المنزرعة، حيث وجد أن عملية الصرف تؤدي إلى زيادة في كمية محصول بعض المحاصيل مثل القطن والذرة بمقدار يزيد عن ٢٠% بالمقارنة بمثيلتها التي زرعت في أرض ليس بها صرف.
٨- إزالة الأملاح من الأرض ومنعها من الصعود إلى منطقة نمو الجذور.

العلامات الدالة على احتياج الأرض المنزرعة لعملية الصرف

١- وجود مياه راقدة فوق سطح الأرض، أو وجود مناطق ذات محتوى رطوبي عالي وخصوصا في المناطق المنخفضة من الحقل ويطلق على مثل هذه الأراضي بـ"الأراضي الغدقة Water-logged".
٢- نمو النباتات المحبة للماء مثل الحلفا والغاب وغيرها.
٣- صعوبة إجراء عمليات خدمة الأرض مثل الحرث.
٤- تجمع (تزهر) الأملاح فوق سطح التربة.
٥- ضعف نمو نباتات المحاصيل المنزرعة بالأرض.

طرق الصرف

١- الصرف السطحي ٢- الصرف الجوفي

أولا- الصرف السطحي: هو عبارة عن التخلص من الماء الزائد الموجود فوق سطح الأرض إلى المصارف المكشوفة مباشرة. ويعتبر هذا النوع من الصرف هاما في إصلاح الأراضي الملحية والقلوية كما سبق ذكره (راجع الباب السابع).

ثانيا- الصرف الجوفي: وهو عبارة عن التخلص من الماء الزائد عن حاجة النبات عن طريق تسربه إلى المصارف عن طريق التشبع أو الرشح.

أنواع المصارف

أولا- المصارف المكشوفة

هي عبارة عن مجاري مائية مفتوحة تشق في الأرض وتقوم بصرف الماء الزائد الموجود فوق سطح الأرض، كما يرشح إليها الماء الزائد في جوف الأرض من الجوانب. ويتوقف عمقها واتساعها على نوع الأرض وكذلك نوع المحصول المنزرع.

مزاياها

١- ذات كفاءة صرف عالية في الأراضي الملحية والقلوية والتي تحتاج إلى غسيل مستمر وكذلك الأراضي الطينية الثقيلة.
٢- قلة تكاليف إنشائها.
٣- سهولة صيانتها.
٤- قدرتها على نقل كميات كبيرة من المياه.

عيوبها

١- تشغل حوالي ١٥-٢٠% من مساحة الأرض المنزرعة.
٢- تعيق سير الآلات أثناء خدمة المحصول مثل الحرث والحصاد وغيرها.
٣- ضرورة تطهيرها سنويا.
٤- تساعد على انتشار الحشائش بها وإلى الحقول المجاورة.

ثانيا- المصارف المغطاة

هي عبارة عن صف من مواسير مصنوعة من البلاستيك او الفخار أو الأسمنت، تركب مع بعضها وتمتد تحت سطح الأرض وتختلف في عمقها والمسافة بينها وانحدارها باختلاف نوع التربة ومدى توفر ماء الري. ويدخل ماء الصرف داخل الأنابيب عن طريق فتحات في جسم الأنبوب.

مزاياها

١- توفير حوالي ١٥-٢٠% من مساحة الأرض المنزرعة.
٢- لا تعطل سير الآلات مما يسهل إجراء العمليات الزراعية مثل الحرث والحصاد.
٣- لا تساعد على انتشار الحشائش.

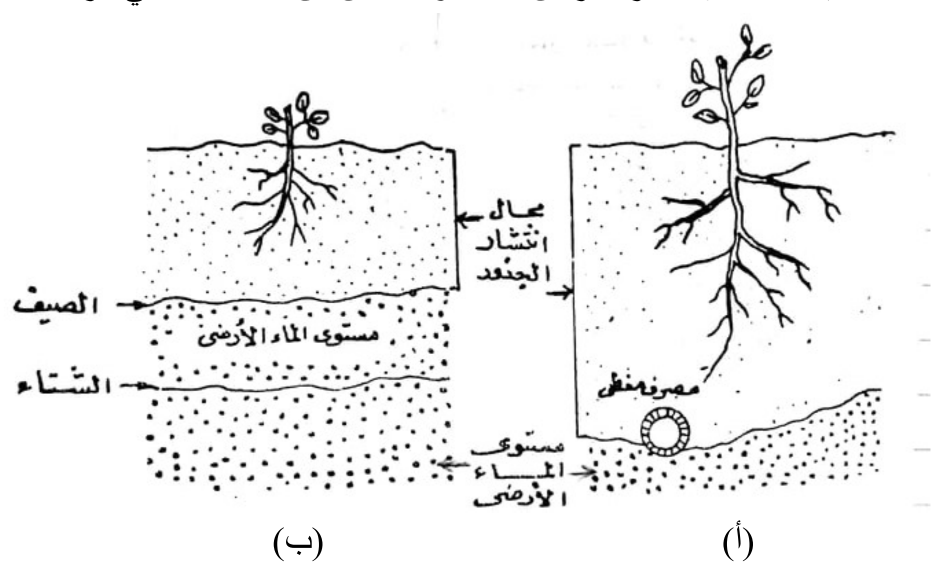
٤- إنخفاض تكاليف الصيانة لعدم حاجتها إلى الصيانة السنوية.

عيوبها

١- نفقات إنشائها مرتفعة.

٢- قد يحدث إنسداد الأنابيب نتيجة لدخول جذور بعض الأشجار وجذور بعض المحاصيل والحشائش أو تجميع بعض الرواسب بداخلها مما يؤدي إلى إعاقة مرور المياه بداخلها.

٣- يصعب معها غمر الأرض بالماء والتخلص من الماء السطحي الزائد.



شكل (١١-٢). (أ) نبات نامي في أرض تحت نظام الصرف المغطى، يلاحظ إنخفاض مستوى الماء الأرضي أدى إلى زيادة مجال إنتشار الجذور مما أدى إلى زيادة نموها ونمو النبات. (ب) نبات نامي في أرض بدون صرف، يلاحظ إرتفاع مستوى الماء الأرضي ونقص مجال انتشار الجذور مما أدى إلى نقص نموها ونقص نمو النبات.

الباب الثاني عشر

تسميد محاصيل الحقل

Fertilization of field crops

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

إن تكرار زراعة الأرض بالمحاصيل يؤدي إلى استنزاف ما بها من عناصر غذائية، مما يؤدي إلى ضعف قدرتها الإنتاجية، ولذلك فإنه يجب إعادة خصوبتها للمحافظة على قدرتها الإنتاجية ويتم ذلك عن طريق إضافة العناصر الغذائية لها.

أولا- العناصر الغذائية الضرورية

لكي تنمو نباتات المحاصيل نموا جيدا، يجب إمدادها بما يكفيها من العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لها. والعنصر الغذائي الضروري هو العنصر الذي يدخل مباشرة في تركيب أحد المركبات العضوية الأساسية في النبات مثل البروتينات والكربوهيدرات والدهون وغيرها، ولا يستطيع النبات أن ينمو نموا طبيعيا ويكمل دورة حياتة في بيئة لا تحتوي على هذا العنصر، كما لا يمكن علاج نقصه إلا عن طريق امداد النبات به وليس بعنصر آخر.

وتقسم العناصر الغذائية الضرورية إلى مجموعتان هما:

أ- **العناصر الغذائية الكبرى** Macronutrients

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبيا بالمقارنة بالعناصر الغذائية الأخرى، وهذه العناصر هي الكربون والهيدروجين والأكسجين والنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم والكبريت.

ويحصل النبات على احتياجاته من الكربون والهيدروجين والأكسجين من الهواء الجوي والماء، كما أن النباتات البقولية تستطيع الاستفادة من أزوت الهواء الجوي عن طريق بكتيريا العقد الجذرية التي تعيش معها تكافليا (راجع

الباب السادس). أما باقي العناصر الغذائية فيحصل عليها النبات من التربة كما قد تضاف رشا على الأوراق كسماد ورقي.

ب- **العناصر المغذية الصغرى** Micronutrients

وهي العناصر التي يحتاجها النبات بكميات صغيرة نسبيا وهي: الحديد والمنجنيز والزنك والبورون والنحاس والموليبدنم والكلور.

وتحصل النباتات على احتياجاتها من هذه العناصر الغذائية من التربة، أو عن طريق رشها على النباتات كسماد ورقي.

وسوف نوضح فيما يلي باختصار أهمية هذه العناصر الغذائية لنباتات المحاصيل.

١- النيتروجين

يعتبر النيتروجين أهم العناصر الغذائية المحددة لإنتاج محاصيل الحقل، كما يعتبر أكثرها فقدا في التربة. ويدخل النيتروجين في كثير من المركبات النباتية أهمها الأحماض الأمينية والتي تعتبر الوحدات الرئيسية لبناء البروتين، كما يدخل في تركيب الإنزيمات والأحماض النووية وفي تركيب الكلوروفيل، ولذلك فيعتبر هاما لعملية التمثيل الضوئي والنمو الخضري والثمري.

وتحتاج جميع نباتات المحاصيل إلى نيتروجين التربة ماعدا النباتات البقولية والتي يمكن أن تعتمد كلية على النيتروجين المثبت بواسطة بكتيريا العقد الجذرية.

وأن أهم أعراض نقص النيتروجين المرئية هي تقزم النباتات واصفرار الأوراق، وفي حالة النقص الشديد تتوقف النباتات عن النمو، بينما تؤدي زيادة التسميد الأزوتي عن الحد الأمثل إلى زيادة النمو الخضري على حساب النمو الثمري ونقص المحصول، كما هو الحال في محاصيل الحبوب وغيرها.

٢- الفوسفور

يعتبر الفوسفور ثاني أهم العناصر الغذائية الكبرى بعد النيتروجين، ويلعب دورا هاما في العمليات الحيوية بالنبات مثل التمثيل الضوئي والتنفس وغيرها، كما يعتبر مكونا رئيسيا في كثير من المركبات الحيوية الهامة بالنبات، كما يعتبر ضروريا لانقسام الخلايا وتكوين الأنسجة الميرستيمية.

ومن الجدير بالذكر، أن اضافة المادة العضوية للتربة تعمل على زيادة تيسر الفوسفور وصلاحيتة للإمتصاص بواسطة النباتات.

وعموما- تمتص النباتات الفوسفور باستمرار أثناء موسم النمو، ولكن تكون الكمية الممتصة قليلة في بداية حياة النبات، ثم تزداد بعد ذلك إلى أن تصل إلى أقصاها أثناء فترة النمو الثمري. ونظرا إلى أن كمية الفوسفور الذائبة في محلول التربة والصالحة للامتصاص بواسطة النباتات ضئيلة جدا، فإنة يعتبر من أكثر العناصر الغذائية المحددة لنمو النباتات وذلك بعد النيتروجين.

وأن النباتات التي تعاني من نقص الفوسفور تكون ذات أوراق خضراء داكنة، كما يكون حجم الأوراق أقل من الحجم الطبيعي، وتكون النباتات متقزمة، ونقص عدد الجذور وطولها. وتظهر أعراض نقص الفوسفور على الأوراق المسنة أولا.

٣-البوتاسيوم

يعتبرالبوتاسيوم ثالث أهم العناصر الغذائية الكبرى، وتمتصة النباتات بكميات أكبر من أي عنصر آخر، وعلى الرغم من أن البوتاسيوم ضروري لكل النباتات إلا أنه لا يدخل في تركيب أي مكون من مكونات النبات ولكنه يقوم بالعديد من الوظائف الهامة في النبات، حيث يعمل على زيادة كفاءة عملية التمثيل الضوئي وسرعة انتقال نواتج التمثيل الضوئي من الأوراق إلى الأجزاء الأخرى من النبات، ويعمل كمنشط إنزيمي كما يعمل على زيادة مقاومة النباتات للجفاف.

وتمتص نباتات المحاصيل معظم كمية البوتاسيوم اللازمة لها أثناء فترة النمو الخضري تقريبا. وتختلف نباتات المحاصيل المختلفة في درجة احتياجها واستجابتها للبوتاسيوم. وبوجه عام، وجد أن محاصيل بنجر السكر وقصب السكر والبطاطس تحتاج إلى البوتاسيوم بكميات أعلى نسبيا مما تحتاجة محاصيل أخرى.

وأهم أعراض نقص البوتاسيوم على النباتات هي: نقص معدل نمو النباتات وتقزمها واصفرار الأوراق. ويسبب النقص الشديد للبوتاسيوم ظهور بقع (مساحات) محروقة للأنسجة النباتية الموجودة بين عروق الورقة واحتراق أو موت قمم وحواف الأوراق المسنة.

٤-الكالسيوم

يدخل الكالسيوم في تركيب جدار الخلية، كما يعتبر ضروريا لاستطالة وانقسام الخلايا ولكل نشاط ميرستيمي كما يساعد في انتقال المواد

الكربوهيدراتية والأحماض الأمينية داخل النبات. ويؤدي النقص الشديد للكالسيوم إلى موت القمم النامية للسيقان والجذور.

٥-الماغنسيوم

يدخل الماغنسيسوم في تركيب جزئ الكلوروفيل ولذلك فيعتبر عاملا محددا لعملية التمثيل الضوئي كما يعمل على تنشيط العديد من الإنزيمات، كما أن الماغنسيوم ضروريا أيضا في عملية تكوين الدهون.

ويؤدي نقص الماغنسيوم إلى اصفرار الأوراق المسنة أولا ثم يمتد إلى الأوراق الحديثة، وفي حالة النقص الشديد تتكون مساحات ميتة بالورقة ويتأخر الإزهار والإثمار.

٦-الكبريت

يدخل الكبريت في تركيب بعض الأحماض الأمينية ويساعد في نشاط بعض الإنزيمات، كما يساعد في تثبيت النيتروجين بواسطة بكتيريا العقد الجذرية التي تعيش معيشة تكافلية مع النباتات البقولية. ولقد وجد أن احتياجات بعض النباتات مثل البصل من الكبريت عالية نسبيا بالمقارنة بالمحاصيل الأخرى. ويؤدي نقص الكبريت إلى تقزم النباتات وإصفرارها والسيقان تكون رفيعة وصلبة وقابلة للكسر.

ثانيا- العناصر الغذائية الصغرى

١- الحديد

يعمل الحديد على تنشيط العديد من الإنزيمات، كما يدخل في عملية تثبيت النيتروجين بواسطة العقد البكتيرية كما يعتبر ضروريا لتكوين الكلوروفيل. ويؤدي نقص الحديد إلى اصفرار الأوراق ثم يتحول لونها إلى أبيض عاجي.

٢- الزنك

يشارك الزنك في عديد من العمليات الحيوية بالنبات ويعتبر الزنك عنصرا ضروريا لنشاط الإنزيمات التي تعمل في تخليق التربتوفان وهي المادة التي يتكون منها هرمون إندول حمض الخليك، كما يدخل الزنك في عديد من الإنزيمات. والنباتات التي تعاني من نقص الزنك يظهرالإصفرار على أوراقها.

٣- المنجنيز

يعتبر المنجنيز منشطا للعديد من الإنزيمات كما أنه ضروريا لعملية التنفس والتمثيل الضوئي. ويؤدي نقص المنجنيز إلى اصفرار العروق الوسطى للأوراق وظهور بقع صفراء على الأوراق المسنة.

٤- البورون

يعمل البورون على تسهيل انتقال السكريات داخل النبات، كما أنه يلعب دورا هاما في تكوين الأحماض النووية والبروتين، كما يقوم بتنظيم تكوين ونشاط الهرمونات النباتية، كما أنه ضروري لتكوين جدار الخلية. وأن نقص البورون يؤدي إلى تكوين أوراق مشوهة ومنكمشة وظهور اللون الأصفر بين العروق، وفي حالة النقص الشديد تصبح السيقان ضعيفة وقابلة للكسر بسهولة. ومن الجدير بالذكر، أن زيادة البورون عن حاجة النبات تسبب أضرارا قد تصل إلى السمية.

٥- النحاس

يدخل النحاس في تركيب بعض الإنزيمات، كما يعتبر هاما في عملية التمثيل الضوئي. ويؤثر نقص النحاس على تكوين الأشطاء والسنابل في محاصيل الحبوب، بينما تؤدي التركيزات المرتفعة منه إلى تأثير سام في كثير من الأنواع النباتية.

٦- المولبدنيم

يدخل المولبدنيم في تركيب الإنزيمات في النبات. ويؤدي نقص المولبدنيم إلى اصفرار وإلتفاف حوافها على نفسها والأوراق غالبا تكون صغيرة وعليها بقع صفراء.

ثانيا التسميد Fertilization

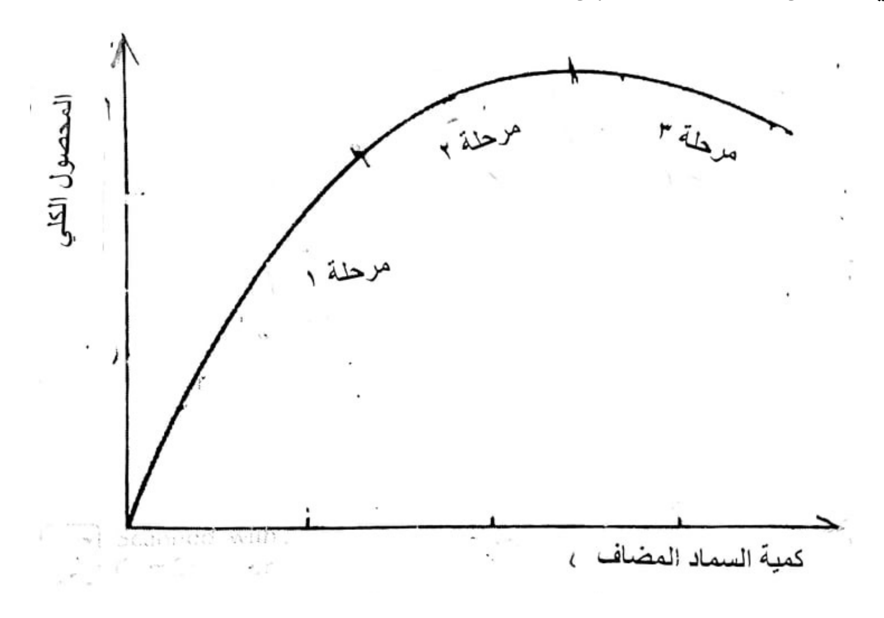
يعرف التسميد بأنه عملية إضافة العناصر الغذائية الضرورية للتربة أو للنباتات عندما لا تحتوي التربة على الكمية التي لا تكفي إحتياج المحصول وإعطاء أعلى محصول، وذلك عن طريق إضافة الأسمدة سواء العضوية أو الكيماوية أو كليهما معا.

الاحتياجات الكمية من العناصر الغذائية

تتوقف الكمية اللازمة من عنصر غذائي معين على العديد من العوامل أهمها المحصول المنزرع والعنصر الغذائي المراد إضافتة وطور نمو النبات. وعموما- تحتاج نباتات المحاصيل إلى العناصر الغذائية الكبرى بكمية أكبر من العناصر الغذائية الصغرى، وعلى سبيل المثال، تحتاج النباتات إلى بضع عشرات إلى مئات الكيلوجرامات/ فدان من النيتروجين والفسفور والبوتاسيوم بينما تحتاج إلى العناصر المغذية الصغرى بكميات صغيرة تصل إلى جرامات/ فدان.

وعموما- يجب توفير الكميات الكافية من العناصر الغذائية الضرورية الكبرى والصغرى لمحاصيل الحقل وذلك للحصول على محصول مرتفع، لأن النقص أو الزيادة في أي عنصر غذائي عن الحد الأمثل يؤدي إلى نقص المحصول، كما هو مبين بالشكل (١٢-١).

ويتضح من الشكل ان المحصول الكلي يزداد بمعدلات متزايدة كلما زادت كمية السماد المضافة حتى نقطة معينة (مرحلة ١)، ثم يأخذ المحصول الكلي يزداد زيادة متناقصة إلى أن يصل إلى المحصول الأعظم (مرحلة ٢)، وبعدها يبدأ المحصول الكلي في التناقص بزيادة التسميد (مرحلة ٣). ويطلق على هذه الحالة بـ "قانون تناقص الغلة" Law of diminishing return أو قانون تناقص الزيادة في الغلة Law of diminishing yield increasing .



شكل (١٢-١). العلاقة بين كمية السماد المضاف والمحصول الكلي

تقدير حاجة الأرض للتسميد

يمكن الحكم على مدى توفر عنصر معين في التربة وحاجة الأرض للتسميد بهذا العنصر بالطرق الآتية:

١- اختبارات الحقل: وفيها يتم إجراء تجارب تسميد حقلية لتقدير حاجة الأرض للتسميد بعنصر معين. وتعتبر هذه الطريقة مكلفة ومجهدة وتحتاج الى وقت طويل نسبيا بالمقارنة بالطرق الأخرى، ولكنها تتميز بانها تعطي نتائج أفضل من الطرق الاخرى.

٢- تحليل التربة: وفي هذه الطريقة يتم تحليل التربة كيماويا قبل الزراعة أو في أي وقت أثناء نمو المحصول في الحقل وتقديرالكمية الكلية للعنصر أو العناصر الغذائية وكذلك الكمية الميسرة منه والموجودة في التربة، وتقدير الكمية من العنصر الواجب إضافتها للوصول إلى المحصول الأمثل. وتعتبر هذة الطريقة أسهل واسرع من الطريقة السابقة.

٣- اختبارات الأنسجة النباتية: يمكن الإستعانة بالتركيب الكيماوي للأنسجة النباتية للحكم على مدى إحتياج المحصول إلى عنصر غذائي معين، وتعتبر هذه الطريقة سريعة ولكنها تتأثر بكثير من العوامل أهمها نوع النبات وطور النمو والعوامل البيئية مثل الجفاف والملوحة وغيرها.

أنواع الأسمدة

السماد هو عبارة عن مادة عضوية أو معدنية تحتوي على عنصر غذائي أو أكثر من العناصر الغذائية اللازمة للنبات، وتقسم الأسمدة إلى: أسمدة عضوية وأسمدة معدنية.

أولا- الأسمدة العضوية Organic fertilizers

السماد العضوي هو عبارة عن مواد من أصل عضوي تضاف للتربة بغرض زيادة العناصر الغذائية اللازمة للنبات بها للحصول على محصول مرتفع من المحاصيل المنزرعة. وتقسم الأسمدة العضوية الى ثلاثة أنواع هي:

أ- الأسمدة الحيوانية (البلدية) ب- الأسمدة الخضراء جـ- الأسمدة الصناعية.

أ- الأسمدة الحيوانية (البلدية)

السماد البلدي (الحيواني) عبارة عن مخلفات الحيوانات من روث وبول مختلطة بالمواد التي توضع تحت الحيوانات (الفرشة)، وقد تكون هذة المواد قش أو تبن أو تربة وغالبا ما تستخدم التربة كفرشة تحت الحيوانات في معظم ريف مصر.

فوائد السماد البلدي

تتعدد فوائد السماد البلدي نذكر منها ما يلي:

١- يمد النباتات بجزء من العناصر الغذائية الضرورية اللازمة لها.

٢- يعمل على تحسين بناء وتهوية التربة، كما يشجع نمو الجذور.

٣- يعمل على زيادة قدرة حفظ الأرض للماء وخصوصا الأراض الرملية.

٤- يعمل غاز ثاني أكسيد الكربون وبعض الأحماض العضوية الناتجة من تحليل المادة العضوية الموجودة بالسماد بواسطة الكائنات الحية الدقيقة على خفض رقم حموضة التربة وهذا يعمل على تحويل بعض العناصر المغذية مثل الفوسفور إلى صورة ميسرة وصالحة للإمتصاص بواسطة النباتات.

ويتوقف التركيب الكيماوي للسماد البلدي على كثير من العوامل أهمها نوع الحيوان والمواد التي يتغذى عليها وكمية ونوع الفرشة المستعملة. وعموما- يحتوي السماد البلدي على ٠.٣-٢.٢% نيتروجين ، ٠.٤-٠.٩% فوسوفر، ٠.٤-١.٢% بوتاسيوم، متوقفا ذلك على نوع الحيوان ونوع الفرشة المستخدمة تحت الحيوان.

وعند إضافة السماد البلدي إلى الأرض تبدأ المواد العضوية الموجودة في السماد في التحلل وتتحرر العناصر الغذائية وأهمها النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم. ومن الجدير بالذكر، أن النيتروجين يتحرر من السماد العضوي ببطئ، حيث تتحرر حوالي ثلث كمية النيتروجين الموجودة في السماد البلدي في أول موسم زراعي، أما الكمية الباقية فتتحرر بعد ذلك، ولذلك فإن السماد البلدي المضاف إلى الأرض لا يفيد المحصول المنزرع فقط، بل يتعداه إلى المحصول الذي يليه في الدورة الزراعية.

وأن معظم الفوسفور الموجود في السماد البلدي يرتبط بالمادة العضوية الموجودة بالسماد، وأن حوالي نصف كمية الفوسفور الكلية الموجودة في السماد تكون ميسرة بواسطة النباتات بعد فترة قصيرة نسبيا، بينما تكون معظم

كمية البوتاسيوم الموجودة في السماد البلدي قابلة للذوبان في الماء، وتكون قابلة للإمتصاص بواسطة المحصول بعد إضافة السماد بفترة قصيرة.

ولقد وجد في حالات عديده أن طن من السماد البلدي يمد أول محصول منزرع في الموسم الأول بحوالي ١.٦ كجم نيتروجين و١.٨ كجم فو٢أ٥ و ٣.٨ كجم بو٢أ.

طرق إضافة السماد البلدي

يضاف السماد البلدي للأرض الزراعية غالبا أثناء خدمة الأرض وتجهيزها قبل الزراعة حتى يتم تقليبه جيدا أثناء عملية الحرث وتقليل فقد النيتروجين منه عن طريق التطاير في صورة غاز. وتعتبر هذه الطريقة أفضل طرق إضافة السماد البلدي وأرخصها. كما يضاف السماد البلدي أيضا عن طريق وضعه نثرا فوق سطح التربة ولا ينصح باتباع هذه الطريقة لأنها تؤدي إلى فقد النيتروجين من السماد بسرعة في صورة غاز.

ب- السماد الأخضر

التسميد الأخضر هو عبارة عن زراعة محصول معين، ثم حرثه وتقليبه في التربة، مما يؤدي إلى زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، والتي يؤدي تحليلها إلى تحسين خواص التربة وزيادة محتواها من العناصر الغذائية. ومن أهم محاصيل التسميد الأخضر الشتوية هي البرسيم والترمس (محاصيل بقولية) والشعير (محصول نجيلي).

جـ- الأسمدة الصناعية

تتعدد الأسمدة العضوية الصناعية في مصر وأهمها ما يلي:

١- سماد الكمبوست

يعتبر هذا السماد من أهم الأسمدة العضوية الصناعية، وينتج هذا السماد عن طريق الإستفادة من المخلفات الزراعية سواء النباتية أو الحيوانية الموجودة في المزرعة وإعادة تدويرها عن طريق التحلل الحيوي (البيولوجي) لها بواسطة البكتريا وبعض الكائنات الحية الدقيقة تحت ظروف معينة، وتستغرق هذة العملية فترة لا تقل عن أسبوعين.

٢- الإستفادة من مخلفات المدن في عمل سماد عضوي عن طريق التخمر الهوائي واللاهوائي للقمامة.

٣- الإستفادة من مخلفات المجاري والصرف الصحي في عمل سماد عضوي صناعي عن طريق معالجة مياة المجاري وترسيب ما بها من مواد صلبة في أحواض وتجفيفها ثم تجميعها في كومات لمدة معينة تصبح بعدها صالحة للإستعمال كسماد عضوي.

ثانيا- الأسمدة المعدنية

هي مواد كيماوية طبيعية أو صناعية تضاف للتربة أو رشا على النباتات لإمدادها بعنصر أو أكثر من العناصر الغذائية الضرورية للنمو.
تقسيم الأسمدة الكيماوية

أولا- تقسيم الأسمدة الكيماوية على حسب عدد العناصر السمادية التي تحتويها إلى:
أ- أسمدة بسيطة ب- أسمدة مركبة

أ- **الأسمدة البسيطة** Straight fertilizers
هي الأسمدة التي تحتوي على عنصر سمادي واحد مثل النيتروجين أو الفوسفور أو البوتاسيوم.

ب-**أسمدة مركبة** Compound (Mixed) fertilizer
هي الأسمدة التي تحتوي على أكثر من عنصر سمادي مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم ومن أهم هذه الأسمدة سماد فوسفات النشادر ونترات البوتاسيوم. ويعبر عن العناصر في السماد المركب كنسب من الوزن الكلي للسماد ويعبر عن هذه النسب بالمعادلة السمادية، ويشير الرقم الأول إلى عنصر النيتروجين (ن) والثاني إلى عنصر الفوسفور (P_2O_5) والثالث إلى عنصر البوتاسيوم (K_2O)، فمثلا السماد المركب ١٠-٢٠-٢٠ فإنه يحتوي على ١٠ كجم نيتروجين و٢٠ كجم P_2O_5 و٢٠ كجم K_2O لكل ١٠٠ كجم من السماد المركب.

ثانيا- تقسيم الأسمدة المعدنية على حسب العنصر السمادي الموجود بها

أ- الأسمدة المعدنية النيتروجينية

١- نترات النشادر Ammonium nitrate: ويحتوي على ٣٣.٥ – ٣٤.٥% نيتروجين في صورة نترات والباقي في صورة نشادر (أمونيا)، وهذا السماد سريع الذوبان في الماء وذو تأثير حامضي على التربة ويستخدم لمعظم محاصيل الحقل.

٢- نترات النشادر الجيرية Calcium ammonium nitrate: ويحتوي على ٢١ – ٢٦% نيتروجين.

٣- سلفات (كبريتات) النشادر Ammonium sulphate: ويحتوي على ٢٠.٥% نيتروجين و٢٤% كبريت وهذا السماد ذو تأثير حامضي على التربة، ولذلك فلا ينصح باستعمالة في الأراضي الحامضية.

٤- نترات الجير Calcium nitrate: ويحتوي على ١٥.٥% نيتروجين و٥٤% كالسيوم.

٥- اليوريا Urea: هذا السماد ذو تركيب عضوي ويحتوي هذا السماد على ٤٥% نيتروجين وتعتبر اليوريا من أكثر الأسمدة إنتشارا لدى المزارعين ولها تأثيرا حامضيا على التربة. وينصح بعدم إضافتها نثرا على سطح التربة، لأن ذلك يؤدي إلى فقد النيتروجين بالتطاير على شكل أمونيا وذلك لتحللها السريع إلى كربونات أمونيوم، ولذلك فيجب خلطها بالتربة لتقليل الفقد بالتطاير، ويمكن تقليل هذا الفقد عن طريق استعمال مواد كيماوية معينة تعمل على تثبيط نشاط انزيم اليوريز المسؤل عن تحول اليوريا إلى أمونيا.

ب- الأسمدة الفوسفاتية

١- السوبر فوسفات العادي Superphosphate: يعتبر هذا السماد من أكثر الأسمدة الفوسفاتية انتشارا من أي سماد فوسفاتي آخر، ويحتوي على ١٦-٢٢% خامس أكسيد الفوسفور (P_2O_5) و١٩-٢٢% كالسيوم و١٠-١٢% كبريت ونسبة قليلة من المغنسيوم والحديد والمنجنيز والنحاس والزنك، وأن حوالي ٩٠% من الفوسفور الموجود فيه قابل للذوبان في الماء بمجرد إضافتها للتربة.

٢- السوبر فوسفات الثلاثي Triple superphosphate: يحتوي هذا السماد على ٤٥-٥٠% P_2O_5 ، وأن معظم الفوسفور الموجود فيه قابل للذوبان في الماء. ويعتبر هذا السماد من الأسمدة الفوسفاتية واسعة الانتشار في مصر.

ومن الجدير بالذكر، أن الفوسفور القابل للذوبان في الماء يتحول إلى صورة غير ذائبة وغير ميسرة للإمتصاص بواسطة النبات في الأراضي القلوية. وأن نباتات المحاصيل تمتص جزء (حوالي ٤٠%) من السماد الفوسفاتي المضاف والجزء الباقي تستفيد منه المحاصيل التالية له في الدورة الزراعية، ولذلك فيرى البعض أنه لا داعي لتسميد محصول ما بالفوسفات إذا كان المحصول السابق له قد سمد به وخصوصا في الأراضي القديمة.

جـ- الأسمدة البوتاسية

١- سلفات (كبريتات) البوتاسيوم: يحتوي على ٥٠% K_2O ويعتبر من أكثر الأسمدة استخداما للمحاصيل التي تستجيب للبوتاسيوم مثل البطاطس والبنجر.

٢- كلوريد البوتاسيوم Potassium chloride: يحتوي على ٦٠% K_2O ويعتبر من أكثر الأسمدة البوتاسية استخداما في الزراعة.

٣- نترات البوتاسيوم Potassium nitrate: يحتوي على ٤٤% K_2O و١٣% نيتروجين، ولذلك فيعتبر مصدرا للبوتاسيوم والنيتروجين.

وعموما- لا تستجيب معظم محاصيل الحقل للتسميد البوتاسي في معظم أراضي الدلتا والوادي (الأراضي القديمة)، بينما وجد أن أراضي الإستزراع الملحية والقلوية والرملية تحتوي على نسبة منخفضة من البوتاسيوم الميسر، لذلك فإن تسميد المحاصيل في هذه الأراضي يؤدي إلى زيادة المحصول.

تأثير الأسمدة على حموضة التربة

تختلف الأسمدة المختلفة في تأثيرها على رقم حموضة التربة (pH)، فالأسمدة النشادرية (المحتوية على الأمونيا NH_3) وخصوصا سلفات النشادر فإن لها تأثيرا حامضيا على التربة، حيث تحل الأمونيا محل الكاتيونات القاعدية مثل الكالسيوم والماغنسيوم المدمصة على أسطح حبيبات التربة وتتعرض هذة الكاتيونات للفقد بالغسيل، مما يؤدي إلى زيادة الحموضة، أما الأسمدة التي تحتوي على النترات (NO_3) مثل نترات الصوديوم فإنها تؤدي إلى زيادة رقم حموضة التربة، حيث لا تدمص النترات على أسطح حبيبات الطين بينما تمتص بواسطة النبات أو تفقد بالصرف وتبقى الكاتيونات القاعدية مدمصة على أسطح حبيبات الطين، أما الأسمدة التي تحتوي على كل من النترات والأمونيا فليس لها تأثيرا يذكر على حموضة التربة، وأن الأسمدة

الفوسفاتية والبوتاسية ذات تأثير متعادلا على التربة فيما عدا حمض الفوسفوريك وفوسفات الأمونيوم فلهما تأثيرا حامضيا.

طرق إضافة السماد المعدني

تختلف طرق إضافة الأسمدة المعدنية لمحاصيل الحقل، ويتوقف استعمال أي طريقة على نوع المحصول ونوع التربة وطريقة الزراعة وغيرها وأهم هذه الطرق ما يلي:

١- النثر.
٢- التكبيش.
٣- وضع السماد على بعد معين من التقاوي عند الز اعة.
٤- وضع السماد على عمق معين أسفل سطح التربة.
٥- إضافة السماد رشا على النباتات.
٦- إضافة السماد مع ماء الري.
٧- إضافة السماد حقنا في التربة.

١- **إضافة السماد المعدني نثرا** Top-dressing

يضاف السماد المعدني نثرا فوق سطح التربة قبل الزراعة، وذلك قبل أو بعد الحرث كما هو الحال في سماد السوبرفوسفات، كما يضاف السماد الأزوتي المعدني نثرا بعد الزراعة في حالة المحاصيل التي تزرع بكثافات عالية نسبيا مثل القمح والشعير والأرز وغيرها.

ويجب أن تتم عملية إضافة السماد المعدني الأزوتي نثرا قبل الري أو بعده مباشرة وبعد تطاير الندى وفي وقت سكون الرياح، وهذه الطريقة شائعة في مصر. ومن عيوب هذه الطريقة صعوبة إنتظام توزيع السماد وأن النباتات لا تستفيد من كل كمية السماد المضافة.

أما بالنسبة للأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية بطيئة الحركة والانتقال في التربة، فإنه يجب عدم إضافتها نثرا فوق سطح التربة لأن هذا يعمل على زيادة تثبيتها في التربة في صورة غير صالحة للإمتصاص بواسطة النباتات، ولكن يجب إضافتها إما قبل أو أثناء عملية الحرث قبل الزراعة حتى تخلط جيدا بالتربة وتصبح في منطقة نمو الجذور، أو تضاف في صورة شريط بالقرب من النباتات في صورة مركزة على عمق أكبر من العمق الذي يوضع عليه التقاوي بحوالي ٥-١٠سم.

٢- إضافة السماد المعدني تكبيشا Side-dressing

يضاف السماد المعدني تكبيشا على بعد حوالي ٥-١٠سم من قواعد النباتات وذلك في المحاصيل التي تزرع متباعدة عن بعضها في خطوط مثل الذرة والقطن وغيرها، وعندما تكون كمية السماد المراد إضافتها قليلة نسبيا، وقد يوضع السماد سرا على هيئة شريط على بعد ٥-١٠سم من قواعد النباتات في المحاصيل التي تزرع على الخطوط. وتتميز هذه الطريقة بارتفاع درجة الاستفادة من السماد المضاف، ونقص درجة تثبيت العنصر الغذائي المضاف في صورة غير صالحة للإمتصاص بواسطة النبات وخصوصا الأسمدة الفوسفاتية.

٣-وضع السماد على بعد معين من التقاوي Side bands

يضاف السماد المعدني بهذه الطريقة في حالة الزراعة الآلية عادة، حيث يتم وضع السماد بواسطة آلة التسميد والتسطير في صورة شريط band بعيدا عن التقاوي بحوالي ٥-١٠سم وأكثر عمقا أيضا بحوالي ٥-١٠سم حتى لا يلامس السماد البذور فيؤثر تأثيرا ضارا على انباتها وتضاف الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية عادة بهذه الطريقة. ويفيد إضافة السماد المعدني بهذه الطريقة بامداد النبات في بداية حياتة (طور البادرة) بما يحتاجة من العناصر الغذائية ولا سيما عنصري الفوسفور والبوتاسيوم، لأن وضع السماد مركزا بالقرب من البادرات يعمل على نقص تحوله إلى الصورة الغير ميسرة للنباتات بالمقارنة بإضافته نثرا. ويفضل إضافة السماد الفوسفاتي بهذه الطريقة في الأراضي الحامضية او القلوية. وفي بعض المحاصيل يضاف حوالي ١٥ % من كمية السماد الأزوتي الواجب إضافتها بهذه الطريقة ويطلق على هذه الكمية بـ "بادئ Starter" وهذه تؤدي ان سرعة نمو البادرات وإعطاء محصول مرتفع.

٤- وضع السماد المعدني عميقا في التربة Deep placement

إن إضافة السماد المعدني عميقا في التربة وخصوصا في محصول الأرز يعتبر أكثر فعالية من إضافتة نثرا فوق سطح التربة حيث وجد أن إضافة السماد النشادري نثرا على الطبقة السطحية من التربة (التي يكون فيها ظروف الأكسدة عالية) فإنه يتأكسد إلى نترات، وهذه تفقد بالرشح إلى الطبقات الأعمق في التربة وتتحول الى أزوت غازي يتسرب إلى الجو، ولكن عندما يوضع السماد على عمق ٥-٧سم (المنطقة ذات التركيز المنخفض من الأكسجين أو

المنطقة المختزلة) فيظل الأزوت على الصورة النشادرية كما هو دون تغيير ومدمصة على سطح حبيبات الطين وميسرة وصالحة للامتصاص بواسطة النباتات. وتتميز هذه الطريقة بوضع السماد في منطقة نمو الجذور، وعدم تعرضه للفقد عن طريق الصرف. وكذلك يضاف الفوسفور والبوتاسيوم عميقا في التربة. وعموما- تضاف الأسمدة بهذه الطريقة عند آخر حرثة قبل الزراعة.

٥- إضافة السماد المعدني مع ماء الري

تعتبر هذة الطريقة من أكثر الطرق المتبعة حاليا في الأراضي الجديدة حديثة الإستزراع الرملية أو الملحية أو الجيرية، ويطلق على تسميد المحاصيل عن طريق مياه الري بـ"Fertigation" وفي هذة الطريقة يتم إضافة العناصر السمادية وأهمها النيتروجين إلى المحصول مع ماء الري عن طريق إحدى طرق الري الحديثة مثل الري بالرش أو الري بالتنقيط.

وتتميز هذه الطريقة بأنة يمكن إضافة السماد المعدني مع ماء الري بكميات وتركيزات معينة و في أطوار النمو المختلفة على حسب حاجة النبات وهذا يؤدي الى زيادة كفاءة إستخدام السماد وزيادة المحصول. وفي هذه الطريقة يجب أن يكون السماد المستخدم سريع الذوبان في الماء مثل اليوريا ونترات النشادر كمصدر للنيتروجين وحمض الفسفوريك كمصدر للفوسفور وسماد نترات البوتاسيوم كمصدر للنيتروجين والبوتاسيوم.

ومن الجدير بالذكر، أنه يجب أن تتم إذابة الأسمدة صعبة الذوبان في الماء مثل سلفات البوتاسيوم والسوبر فوسفات والتربل سوبر فوسفات وغيرها ثم ترشيحها ثم حقن الراشح النقى في دورة مياه الري.

٦- **التسميد الورقي** Foliar fertilization

هو عبارة عن إمداد النباتات باحتياجاتها من العناصر الغذائية عن طريق المجموع الخضري وليس الجذور، وأهم مزايا التسميد الورقي ما يلي:

أ- تعتبر أنسب طريقة لإضافة العناصر المغذية الصغرى للنباتات وذلك لأنها تضاف بكميات قليلة جدا تصل إلى جرامات للفدان مما يصعب توزيعها في التسميد الأرضي بالمقارنة بالعناصر المغذية الكبرى مثل النيتروجين والذي يضاف بكميات كبيرة تصل إلى أكثر من مائة كيلو جرام للفدان.

ب- يعتبر التسميد الورقي أكثر فعالية في الأراضي الحامضية أو القلوية أو التي يزداد فيها تثبيت العناصر الغذائية ونقص صلاحية الإمتصاص بواسطة الجذور.

جـ- إمكانية سرعة إضافتها أثناء المراحل الحرجة لاحتياج النباتات لهذه العناصر وخصوصا أثناء الإزهار والإثمار.

د- توفير في كمية السماد المضافة بالمقارنة بالتسميد الأرضي.

هـ- زيادة نسبة الإستفادة من العناصر الغذائية المضافة رشا على الأوراق عن الإضافة الأرضية وخصوصا بالنسبة للفوسفور والعناصر المغذية الصغرى.

ومن الجدير بالذكر، أن عمليات التسميد الورقي تجرى غالبا كمكمل للتسميد الأرضي خاصة بالنسبة للعناصر المغذية الصغرى، كما أن التسميد الورق لا يعوض التسميد الأرضي وخصوصا بالنسبة للعناصر المغذية الكبرى والتي يحتاجها النبات بكميات كبيرة حيث يعتبر التسميد الورقي وسيلة وقائية وعلاجية حيث يجرى علاج أعراض نقص بعض العناصر الغذائية والتي تظهر على النباتات في أي طور من أطوار النمو.

ويجب أن يتم التسميد الورقي في الصباح الباكر أو المساء عندما تكون الرطوبة مرتفعة والحرارة منخفضة حتى لا يحدث أضرارا للأوراق، كما يجب أن لا يزيد تركيز محلول الرش عن الحد الأمثل الموصى به.

٧- **إضافة السماد حقنا في التربة** Injection into soil

تستخدم في هذه الطريقة الأسمدة السائلة التي تحتوي على الفوسفوروالنيتروجين، ومن أهم الأسمدة النيتروجينية السائلة التي تضاف بهذه الطريقة هي الأمونيا المائية (٨٢% ن) وتضاف الأمونيا حقنا في التربة على عمق حوالي ١٢-١٥ سم خوفا من فقدان النيتروجين بالتطاير، ثم الزراعة بعد فترة لا تزيد عن ١٠ - ١٥ يوم، ولكن يؤخذ على هذه الطريقة أن عملية نقل هذا السماد وإضافته تحتاج إلى أجهزة ومعدات خاصة.

ميعاد اضافة الأسمدة المعدنية

يختلف ميعاد إضافة الأسمدة المعدنية على حسب نوع السماد والمحصول ونوع الأرض. فالأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية نظرا لبطئ انتقالها وحركتها في التربة فإنها تضاف قبل أو أثناء إعداد الأرض للزراعة حيث تخلط بالتربة جيدا أثناء الحرث. وعلى العكس من ذلك فالأسمدة النيتروجينية تكون قابلة للذوبان

في الماء وسهلة الحركة والإنتقال في التربة وفقدها بالرشح وخصوصا في الأراضي الرملية، فإنه يفضل وضع جزء من السماد النيتروجيني عند الزراعة والباقي أثناء المراحل المختلفة من نمو النبات. وتتوقف الكمية التي توضع عند الزراعة على نوع التربة ونوع السماد، ففي الأراضي الرملية يضاف حوالي ١٥-٢٠%من كمية السماد الواجب إضافتها قبل الزراعة والباقي على جرعات أثناء نمو النبات.

وعلى سبيل المثال، يضاف السماد النيتروجيني في محاصيل الحبوب على ثلاث دفعات كالآتي: الدفعة الأولى تضاف عند الزراعة وتسمى الجرعة التنشيطية وتكون بمعدل ٢٠ % من الكمية الكلية الواجب إضافتها، والدفعة الثانية تضاف بعد حوالي ثلاثة اسابيع من الزراعة (قبل رية المحاياة) بمعدل ٤٠ % من الكمية الكلية، والدفعة الثالثة تضاف بمعدل ٤٠% من الكمية الكلية قبل الرية الثانية.

وفي حالة عدم إضافة الجرعة التنشيطية عند الزراعة، فتضاف كمية السماد النيتروجيني على دفعتين، على أن تضاف الدفعة الأولى قبل رية المحياة (بعد حوالي ثلاث اسابيع من الزراعة) وتضاف الدفعة الثانية قبل الرية الثانية.

وأن الغرض من تجزئة كمية السماد الأزوتى الواجب إضافتها هو زيادة كمية محصول الحبوب بدون الزيادة الكبيرة في محصول القش، والتي تحدث عند استعمال كمية كبيرة من السماد النيتروجينى في بداية حياة النبات. ومن الجدير بالذكر، أنه في محاصيل الحبوب يجب الإنتهاء من إضافة السماد النيتروجيني الواجب إضافتها قبل طرد النورات.

العوامل المؤثرة على استجابة نباتات المحاصيل للتسميد

تتعدد العوامل التي تؤثر على استجابة نباتات محاصيل الحقل للتسميد نذكر منها ما يلي:

١- **نوع وخصوبة التربة**: تستجيب نباتات المحاصيل المنزرعة في الأراضي الرملية الفقيرة في العناصر الغذائية بدرجة أكبر من مثيلتها المنزرعة في الأراضي الطينية أو الطميية الخصبة.

٢- **نوع المحصول المنزرع**: تختلف المحاصيل المختلفة في درجة استجابتها للتسميد حيث تستجيب المحاصيل الغير بقولية للتسميد الأزوتي

بدرجة أعلى من مثيلتها البقولية التي يمكنها من الإستفادة من الأزوت الجوي عن طريق بكتيريا العقد الجذرية حيث لا تحتاج هذه المحاصيل البقولية غالبا إلى التسميد الأزوتي ولكنها تستجيب للتسميد الفوسفاتي والبوتاسي بدرجة كبيرة، كما تستجيب محاصيل العلف الأخضر النجيلية إلى زيادة التسميد الأزوتى من أجل الحصول على نمو خضري كبير (محصول العلف)، كما تستجيب محاصيل بنجر السكر والقصب والبطاطس للأسمدة البوتاسية بدرجة أعلى من بعض المحاصيل الأخرى مثل القطن والذرة وغيرها.

ومن الجدير بالذكر، أن أصناف المحصول الواحد قد تختلف في درجة استجابتها للتسميد، وعلى سبيل المثال، تستجيب الأصناف الهجينية في الذرة الشامية للتسميد الأزوتي بدرجة أعلى من مثيلتها مفتوحة التلقيح، كما أن اصناف القمح قصيرة الساق أكثر استجابة للتسميد الأزوتي عن أصناف القمح طويلة الساق.

٣- **الدورة الزراعية:** يؤثر نظام الدورة الزراعية المتبع في منطقة ما على درجة استجابة المحصول المنزرع للتسميد، وعلى سبيل المثال، عندما تشمل الدورة الزراعية على محاصيل بقولية والتي تضيف عادة النيتروجين للتربة عن طريق بكتيريا العقد الجذرية، فإن حاجة المحاصيل الأخرى التالية لها في الدورة الزراعية للتسميد النيتروجيني تكون قليلة نسبيا. وإن استمرار إضافة الأسمدة الفوسفاتية والبوتاسية للتربة بكميات كبيرة سنويا يؤدي إلى تراكم هذه الأسمدة في التربة وتقل استجابة المحاصيل لها.

٤- **توافر مياة الري:** عندما تكون مياة الري محدودة وغير متوفرة، والنباتات تتعرض للعطش، فإن التسميد يكون أقل فاعلية في زيادة كمية المحصول، حتى ولو كانت الأرض خصبة. كما تقل استجابة المحصول للتسميد وخصوصا النيتروجيني في مناطق الزراعة على الأمطار، إذ يؤدي نقص الرطوبة الأرضية إلى نقص قدرة النباتات على امتصاص العناصر الغذائية.

الأسمدة النانوية Nanofertilizars

اتجه العالم في السنوات الأخيرة الى استخدام تقنية النانو تكنولوجي في إنتاج الأسمدة، ولقد أمكن إنتاج ما يسمى بـ"الأسمدة النانوية" أو الأسمده الذكية Smart fertilizers. وأن تقنية النانو عبارة عن المعالجة الميكانيكية الدقيقة للمادة للوصول بها إلى جزيئات يتراوح قطرها من ١-١٠٠ نانو، والنانو عبارة عن جزء من المليون من الملليمتر (علما بأن قطر شعرة الرأس تساوي ٧٥٠٠٠ نانومتر). والسماد النانوي عبارة عن ناتج في صورة جزيئات نانوية يمد المحاصيل بالعناصر الغذائية الضرورية، وتلعب الأسمدة النانوية دورا هاما في تغذية النباتات سواء تم رشها على المجموع الخضري أو تم اضافتها من خلال المعاملات الأرضية كبديل للأسمدة التقليدية. ويبين جدول (١٢-١) أهم الفروق بين الأسمدة النانوية والأسمدة التقليدية المستخدمة حاليا، ومن جدول (١٢-١) يتضح أن استخدام الأسمدة النانوية كبديل للأسمدة التقليدية له أهمية كبيرة في إنتاج المحاصيل والمحافظة على البيئة من التلوث. ويوجد حاليا على مستوى العالم أنواعا عديدة من الأسمدة النانوية والتي تحتوي على محتوى عالي من العناصر الكبرى والصغرى والتي يمكن استخدامها للعديد من محاصيل الحقل.

ومن الجدير بالذكر، أنه على الرغم من هذه المزايا للأسمدة النانوية، إلا أنه مازال هناك العديد من الأبحاث التي تجرى عليها بهدف تحديد مدى تأثيرها على صحة الإنسان والحيوان والكائنات الحية بالتربة.

جدول (١٢-١) المقارنة بين الأسمدة النانوية والأسمدة التقليدية.

وجه المقارنة	الأسمدة النانوية	الأسمدة التقليدية
الكميات المضافة من السماد	يحتاج الفدان إلى كميات قليلة جدا تصل إلى حوالي ١كجم من سماد سوبر فوسفات نانو	يحتاج الفدان إلى كميات كبيرة نسبيا تصل إلى حوالي ١٥٠-٢٠٠كجم من سماد سوبر فوسفات الكالسيوم العادي
نسبة استفادة النباتات من السماد المضاف	تستفيد النباتات بأكثر من ٩٠% من كمية العنصر المضاف رشا على النباتات	تستفيد معظم محاصيل الحقل بأقل من ٥٠% من كمية العنصر المضاف والكمية الباقية تفقد عن طريق الصرف أو الرشح أو تثبت في التربة في صورة غير صالحة للإمتصاص بواسطة النباتات
التأثير على تلوث البيئة	ليس لاستخدامها آثارا ضارة تذكر على البيئة	لها آثار ضارة على التربة والبيئة بسبب متبقيات الأسمدة المضافة بكميات كبيرة
سرعة امتصاصها بواسطة النبات	سريعة الإمتصاص بواسطة النباتات نظرا لصغر جزيئاتها وسهولة دخولها الخلايا	أقل في سرعة إمتصاصها وجاهزيتها للنباتات

الباب الثالث عشر

الحشائش وأضرارها ومقاومتها

Weeds, weed damages and weed control

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

تتعرض نباتات المحاصيل أثناء نموها في الحقل إلى الإصابة بعديد من الآفات التي تسبب فقدا كبيرا في كمية وجودة محصولها. وتعتبر الحشائش من أهم هذه الآفات، أو قد تفوق الخسائر الناتجة عنها في المحصول مجموع الخسائر الناتجة عن الآفات الأخرى مجتمعة. وسوف نتناول في هذا الباب دراسة الحشائش من حيث تعريفها وطبيعة نموها وأضرارها وطرق مقاومتها.

تعرف الحشائش بأنها النباتات التى تنمو من تلقاء نفسها فى مكان غير مرغوب تواجدها فيه . وهذا يعنى أن أي نبات غريب عن المحصول الاصلي المنزرع حتى ولو كان نباتا اقتصاديا يعتبر حشيشة . وعلى سبيل المثال، اذا نمت نباتات القمح فى حقل منزرع بالكتان فإنها تعتبر حشيشة .

وعموما تنمو الحشائش كنباتات برية فى كل الاراضي الزراعية والاراضي غير المزروعة وعلى حواف الطرق والترع والمصارف .

الصفات التى تتميز بها نباتات الحشائش والتى تساعدها على البقاء وسرعة الانتشار

تتمتع الحشائش بكثير من الصفات المورفولوجية والفسيولوجية والبيوكيميائية والتى تساعدها على سرعة انتشارها وبقائها على الرغم من المحاولات المستمرة والتى تبذل للقضاء عليها، ومن أهم هذه الصفات ما يلى :

١- قدرة نباتات الحشائش على النمو والتكاثر فى بيئات أرضية وجوية متباينة حيث توجد أنواع من الحشائش تنمو فى الاراضي الخصبة وأخرى تنمو فى الاراضي الملحية والقلوية وأخري تنمو فى الاراضي الرملية وغيرها.

٢- قدرة كثير من الحشائش على التكاثر السريع سواء عن طريق البذور أو عن طريق الأجزاء الخضرية مثل العقل أو عن طريق الريزومات مثل حشيشة النجيل .

٣- تعطى نباتات الحشائش أعدادا كبيرة وهائلة من البذور فى كل موسم، وعلى سبيل المثال، يعطى نبات الهالوك الواحد حوالى نصف مليون بذرة، ونبات الرجلة حوالى مليون بذرة.

٤- قدرة بعض نباتات الحشائش على تعويض ما قد يفقد منه من أجزاء أثناء النمو عن طريق العزيق أو الحش وغيرها، والمثال على ذلك، إذا أزيلت ساق وأوراق حشيشة النجيل والسعد والعليق من فوق سطح التربة فإن السيقان والريزومات الموجودة تحت سطح التربة تنمو من جديد وتعطى سيقانا وأوراقا جديدة تعوض تلك التى أزيلت (شكل ١٣-١).

٥- قدرة بعض نباتات الحشائش على نضج بذورها ومازالت النباتات خضراء وذلك قبل نضج بذور نباتات المحصول، ولذا فإنها تضمن انتشار بذورها فى الارض قبل اقتلاعها مع نباتات المحصول المنزرع عند نضجه وحصاده، أو تنضج مع المحصول فتحصد معه وتختلط مع تقاويه ويعاد زراعتها مع بذور المحصول مرة أخري .

٦- لا تنبت بذور الحشائش الموجودة فى الارض فى وقت واحد، حتى تحت الظروف البيئية المناسبة لانباتها حيث ينبت جزء منها ويظل الجزء الآخر ساكنا دون أن ينبت، وهذا يفسر لنا أسباب انبات بذور الحشائش بعد اجراء عملية العزيق والري . ومن الجدير بالذكر، أن بذور بعض الحشائش مثل الهالوك يمكن أن تبقي فى الارض ساكنة دون انبات لمدة ٨ سنوات أو أكثر، الى أن تجد عائلها الذي تتطفل عليه وهو نبات الفول، كما يمكن لبذور الرجلة (شكل ١٣-١) أن تمكث فى الارض لمدة من ٢٥-٥٠ سنة حية وقادرة على الانبات .

٧- يمكن لبعض نباتات الحشائش أن تنضج بذورها حتى بعد اقتلاع نباتاتها حيث تستمر لفترة فى تكوين أزهار وبذور، وذلك يرجع الى سيقانها الغضة وتحملها للجفاف الشديد مثل الرجلة.

٨- تحتوى كثير من نباتات الحشائش على مواد غير مستساغة لدى الحيوانات فلا تقبل على أكلها وتتركها، وبذلك تستمر فى إكمال دورة حياتها وتكوين البذور.

٩- تتميز نباتات الحشائش بمجموع جذري كبير ومتعمق فى التربة أكثر من المجموع الجذري للمحصول المصاحبة له، وهذا يساعد الحشيشة على زيادة قدرتها على منافسة المحصول فى الحصول على الماء والعناصر الغذائية من التربة .

١٠-بذور الحشائش بطيئة التحلل فى التربة غالبا، والمثال على ذلك بذور حشيشة الداتورة وعنب الديب قد تظل حية فى التربة لفترة قد تزيد عن عشرين عام، وهناك حشائش أخري تظل بذورها حية فى التربة الى أكثرمن ذلك بكثير دون تحلل.

١١-تتشابه بعض الحشائش كثيرا مع المحصول المنزرع فى الشكل المورفولوجى وخصوصا فى الأطوار الأولى من حياتها وهذا يضعف قدرة التخلص منها، والمثال على ذلك حشيشة الدنيبة ونباتات الارز وحشيشة الزمير (شكل ١٣-١) ونباتات القمح .

مما سبق يتضح أنه بسبب هذه الصفات السابقة التى حباها الله سبحانه وتعالى لنباتات الحشائش جعلت أنه من المستحيل أن يتمكن المزارع من التخلص منها نهائيا، ولكن يمكن التخلص منها جزئيا فقط .

أضرار الحشائش Weed damages

يؤدى وجود الحشائش الى العديد من الأضرار أهمها ما يلي:

١- خفض كمية إنتاج المحصول المنزرع، إذ يؤدى نمو نباتات الحشائش مع نباتات المحاصيل الى خفض كمية المحصول الناتج، ويختلف هذا النقص باختلاف درجة انتشار الحشائش وكذلك أنواع الحشائش السائدة وكذلك نوع المحصول المنزرع. وعموما، تشير معظم الدراسات فى مصر أن الحشائش تسبب حوالى ١٥-٢٢ % نقصا فى كمية المحصول، وذلك تحت الظروف الزراعية العادية، أما اذا تركت الحشائش بدون أي مقاومة فإنها قد تقضي على المحصول، كما وجد أن الخسائر الناجمة عن الحشائش تفوق مجموع الخسائر الناجمة عن الآفات الزراعية الأخرى مثل الأمراض الفطرية والحشرية والبكتيرية للمحاصيل.

وعموما يرجع هذا النقص الذي تسببه الحشائش فى كمية محصول المحصول المنزرع الى الآتى :-

أ- منافستها للمحصول فى الحصول على عناصر البيئة الرئيسية وهى الماء والضوء والعناصر الغذائية والمكان . وتجدر الاشارة الى ان نباتات الحشائش تتمتع بقدرة تنافسية اعلى من نباتات المحاصيل، اذ تتميز بسرعة انبات بذورها ونموها عن نباتات المحصول مما يؤدي الى تظليلها وحجب الضوء عنها مما يؤدى إلى نقص كفاءة عملية البناء الضوئي لنباتات المحصول، كما ان نباتات الحشائش تكون مجموع جذري أكبر وأكثر تعمقا من جذور المحصول وهذا يمكنها من الحصول على اكبر كمية من الماء والعناصر الغذائية.

وهنا تجدر الاشارة الى أن التنافس لا يكون بين نباتات المحصول وبين نوع واحد من الحشائش فقط ولكنه يكون بين أنواع عديدة من الحشائش تختلف فى قدرتها على التنافس وعلاوة على ذلك فإن نباتات الحشائش تكون غالبا متوائمة بدرجة كبيرة مع البيئة التى تنمو فيها أكثر من نباتات المحصول .

ب- تفرز جذور بعض نباتات الحشائش بعض المركبات الكيماوية السامة Toxines أو مواد مثبطة تعمل على تثبيط نمو جذور نباتات المحصول النامى معها، ولكنها لا تؤثر على جذور الحشيشة نفسها وتعرف هذه الظاهرة بـ (Allelopathy) وهذا يؤدى الى نقص نمو نباتات المحصول وبالتالى نقص المحصول.

ومن الجدير بالذكر، أن مثل هذه المواد السامة قد تنتج بعد موت هذه الحشائش وتحلل جذورها فى التربة. كما أن هناك بعض الحشائش التى تفرز أوراقها بعض المواد السامة والتى تنتقل الى التربة عن طريق مياه الامطار مثل حشيشة الكاملينا التى تنمو مع محصول الكتان وتضعف من نمو نباتات الكتان .

٢- تتطفل بعض نباتات الحشائش مثل الهالوك تطفلا كاملا على جذور نباتات الفول حيث يحصل منه على كل المواد الغذائية اللازمة لنموه، وكذلك حشيشة الحامول التى تتطفل على سيقان البرسيم. وقد أشارت بعض الدراسات إلى أن حشيشة الهالوك تسبب نقصا فى كمية محصول الفول يقدر بحوالى ٣٠ – ٧٠ % بالمقارنة بالنباتات غير المصابة بالهالوك ويتوقف مقدار النقص فى المحصول على شدة الاصابة والصنف المنزرع ومنطقة الزراعة.

٣- زيادة تكاليف إنتاج المحصول، حيث يقوم المزارع باجراء كثير من العمليات الزراعية بغرض مقاومة الحشائش مثل الحرث والعزيق والنقاوة اليدوية والمقاومة الكيماوية وغيرها من العمليات التى يتكلف اجراؤها الكثير من الجهد والمال، مما يزيد من تكاليف إنتاج المحصول وتحت الظروف المصرية فإن ما ينفق على مقاومة الحشائش يصل لحوالى ٣٠ – ٤٠ % من تكاليف إنتاج المحصول. متوقفا ذلك على درجة انتشار الحشائش ونوعها ونوع المحصول المنزرع وغيرها من العوامل.

٤- انخفاض القيمة السوقية للمحصول، اذ يؤدى وجود الحشائش مع تقاوى المحصول مثل القمح والبرسيم وغبرها الى انخفاض سعرها فى السوق.

٥- حدوث اضرار صحية للانسان والحيوان، ويحدث ذلك نتيجة اختلاط البذور السامة لبعض الحشائش مثل الصامة والسكران والداتورة بحبوب القمح وطحنهما معا، كما أن وجود نباتات بعض أنواع الحشائش مع محاصيل العلف والمراعى تؤدى الى اضرار بصحة الحيوانات التى تتغذي عليها مثل حشيشة الداتورة والصامة والزربيح وغيرها . وعند رعى بعض المواشي في الحقل يؤثر وجود بعض الحشائش ذات الرائحة غير المرغوبة على طعم اللبن ومنتجاته والمثال على ذلك وجود الحشائش التابعة للعائلة الصليبية مثل الخردل والكبر فى البرسيم.

٦- تعمل الحشائش على زيادة انتشار الآفات النباتية، حيث تعتبر سببا رئيسا لانتشار الحشرات والامراض حيث انها تعتبرعوائل تنمو وتتكاثر عليها، ثم تهاجم نباتات المحصول فى اطوار معينة، والمثال على ذلك حشيشة الزمير التى تعتبر عائلا لمرض صدأ الساق الأسود الذي يصيب القمح والشعير.

٧- يؤدى وجود بعض الحشائش الى صعوبة عمليات الحصاد، والمثال على ذلك حشيشة عرف الديك تكون كبيرة الحجم وتؤدى الى صعوبة عملية الحصاد في بعض المحاصيل كما يؤدى تواجد الحشائش فى حقول الفول السودانى الى صعوبة فى عملية حصاد المحصول حيث تتسبب جذور وريزومات الحشائش فى اعاقة اخراج الثمار من الارض.

وعموما توجد أضرار اخري كثيرة للحشائش مثل نقص كفاءة قنوات الري والمصارف مما يقلل من سرعة مرور الماء، كما أن هناك أضرار تحدثها الحشائش المنتشرة على جوانب الطرق والترع والمصارف وغيرها حيث تعتبر مأوى للحشرات والقوارض وغيرها .

فوائد بعض الحشائش

لقد سبق أن ذكرنا أن الحشائش تسبب الكثير من الأضرار للانسان والحيوان والإنتاج الزراعى، ولكن هناك بعض الفوائد للحشائش نذكر منها ما يلي:

١. تستعمل بعض نباتات الحشائش كغذاء للانسان مثل الملوخية والسريس والرجلة والجعضيض والكبر وغيرها.

٢. تستعمل بعض الحشائش كنباتات علف للماشية مثل أبوركبة (حشيشة الارانب) والنجيل والبسلة الطبيعى والدنيبة وغيرها.

٣. تستعمل بعض نباتات الحشائش لأغراض طبية، حيث تحتوى الكثير من نباتات الحشائش على مركبات كيماوية تستخدم فى صناعة الادوية مثل حشيشة الخلة والداتورة والزربيح وغيرها من الحشائش.

٤. تستخدم بعض الحشائش التابعة للعائلة البقولية كمصدر لخصوبة التربة، حيث تقوم نباتات هذه الحشائش بتثبيت الازوت الجوى فى التربة عن طريق بكتريا العقد الجذرية، مثل حشيشة الدحريج والنفل والحندقوق.

٥. تستخدم بعض نباتات الحشائش كمواد خام للكثير من الصناعات الريفية مثل الحلفا والحجنة والسمار.

٦. تستخدم نباتات الحشائش كمصدر للمادة الوراثية (كنباتات برية) تستخدم فى برامج التربية لنقل بعض الصفات الهامة مثل المقاومة للأمراض والظروف البيئية القاسية مثل ملوحة وقلوية التربة والجفاف وغيرها، وذلك عن طريق التهجينات وغيرها من طرق التربية.

تقسيم الحشائش

هناك تقسيمات مختلفة لنباتات الحشائش نذكر منها ما يلي:

أولا- التقسيم الطبيعى للحشائش

يعتمد هذا التقسيم على الصفات المورفولوجية (الشكل الظاهرى للنبات) والصفات التشريحية والفسيولوجية، وكذلك صفات الأعضاء الجنسية فى النبات وذلك لعدم تأثر تلك الصفات بالظروف البيئية لحد كبير. وهذا التقسيم يعبر عن مدى القرابة بين نباتات الحشائش وبعضها ووضعها فى المملكة النباتية، وهذا التقسيم لا يفيد فى معرفة طرق تكاثر الحشائش او احتياجاتها البيئية او مناطق نموها وانتشارها.

ويضم هذا التقسيم ما يلي :

١- **الطحالب** مثل ريم الارز.

٢- **نباتات ذات فلقة واحدة** : تتميز نباتات هذه المجموعة من الحشائش بأوراقها الشريطية ذات التعريق المتوازي مثل النجيل والحلفا والزمير وابوركبة وغيرها .

٣- **نباتات ذات فلقتين** : تتميز نباتات هذه الحشائش بأوراقها العريضة مثل الزربيح وعرف الديك والحندقوق وغيرها .

ثانيا : التقسيم الصناعى للحشائش

هذا التقسيم لا يهتم بعلاقات القرابة بين نباتات الحشائش وبعضها البعض او بينها وبين النباتات الاخري، ولكنه يهتم بتقسيم نباتات الحشائش طبقا لصفات خاصة لتسهيل التعرف عليها ومقاومتها وهذه التقسيمات مفيدة للمزارع وللمهتمين بمقاومة ومكافحة الحشائش، وفيما يلى امثلة للتقسيم الصناعى للحشائش بعيدا عن التقسيم الطبيعى :

أ- تقسيم الحشائش على اساس دورة حياتها

١- **حشائش حولية** : وهى التى تكمل دورة حياتها خلال موسم واحد مثل الصامة والزمير والنفل وابوركبة وغيرها .

٢- **حشائش ثنائية الحول** : تعيش هذه الحشائش فى الارض لمدة عامين، حيث تنمو فى الموسم الاول نموا خضريا وتنمو فى الموسم الثانى نموا ثمريا والمثال على ذلك نبات البصل البرى والجزر البري وهي قليلة الانتشار في أراضي الدلتا والوادي ولكنها تنتشر في منطقة الساحل الشمالي الغربي.

٣- **حشائش معمرة** : تعيش هذه الحشائش لفترة تمتد إلى أكثر من سنتين مثل النجيل والسعد والحلفا وغيرها.

ب- تقسيم الحشائش على حسب طريقة تكاثرها

١- **حشائش تتكاثر بالبذرة** (جنسيا) مثل حشيشة الصامة والزمير .

٢- **حشائش تتكاثر خضريا:** هذه الحشائش تتكاثر خضريا عن طريق أجزاء خضرية من النبات مثل الريزومات كالنجيل والحلفا او بواسطة الدرنات مثل السعد.

ومن الجدير بالذكر، أن الحشائش المعمرة تتكاثر ايضا بالبذور وان المزارع يواجه صعوبة كبيرة فى مقاومة هذه الحشائش عن الحشائش التى تتكاثر بالبذرة.

جـ- تقسيم الحشائش على حسب طريقة حصولها على غذائها

١- حشائش متطفلة تطفل كامل مثل حشيشة الهالوك التى تتطفل تطفلا كاملا على الفول وحشيشة الحامول التي تتطفل تطفلا كاملا على البرسيم.
٢- حشائش متطفلة تطفل ناقص مثل حشيشة العدار على نباتات القصب حيث تأخذ منه بعض احتياجاتها الغذائية.

د- تقسيم الحشائش على حسب سميتها

١- حشائش غير سامة مثل الكبر والخبيزة والجعضيض.
٢- حشائش سامة مثل الصامة وعنب الديب وأم اللبن.

هـ- تقسيم الحشائش على حسب أماكن تواجدها وانتشارها

١- حشائش تنمو فى معظم الاراضي الزراعية مثل الرجلة وعرف الديك والزربيح وغيرها .
٢- حشائش تتميز بنموها فى الاراضي الملحية مثل حشيشة الخريزة والطرطير .
٣- حشائش تتميز بقدرتها على النمو فى الاراضي الجافة (القاحلة) مثل حشيشة العاقول .
٤- حشائش تتميز بنموها عادة مع محاصيل معينة، مثل حشيشة الدنيبة مع الارز والزمير مع القمح والهالوك مع الفول والحامول مع البرسيم وغيرها.
٥- حشائش تنمو فى الاراضي الغدقة (ذات مستوى الماء الارضي المرتفع) مثل حشيشة العجيرة .
٦- حشائش تنمو في مياه الانهار والترع والمصارف مثل ورد النيل والبوط وعدس الماء.

ويبين جدول (١٣-١)، الأسماء العربية والعلمية لأهم الحشائش المنتشرة في الحقول المصرية، كما يبين شكل (١٣-١)، الشكل العام لبعض الحشائش الهامة في مصر.

العوامل التى تساعد على سرعة انتشار الحشائش

هناك العديد من الوسائل التى تساعد على سرعة انتشار الحشائش من مكان الى اخر نذكر منها ما يلى:

١- الانسان والحيوان : يعتبر الانسان من أهم وسائل انتشار الحشائش حيث يقوم بنقل بذور المحاصيل والتى تكون عادة مختلطة مع بذور الحشائش. كما تتميز ثمار بعض الحشائش بوجود أشواك أو خطافات مثل بذور ضرس العجوز والشبيط تعلق بفراء الحيوانات وتنتقل معها من مكان لآخر.

٢- التقاوى الملوثة ببذور الحشائش : ويتم ذلك عند زراعة تقاوى غير نقية مشتراه من مصادر غير موثوق بها، والمثال على ذلك زراعة تقاوى القمح مختلط بها بذور الزمير أو تقاوى ارز مختلط بها بذور الدنيبة ولذلك ينصح بغربلة التقاوى جيدا قبل زراعتها وتنظيفها من بذور الحشائش.

٣- السماد البلدى الملوث ببذور الحشائش: حيث تتغذي كثير من الحيوانات على بذور الحشائش والتى لا تستطيع غالبا على هضم بذورها والقضاء على حيويتها ولذلك تنتقل عن طريق روث الحيوانات التى تتغذي عليها عند استخدامه كسماد بلدى . ويعتبر السماد البلدى الملوث ببذور الحشائش من أهم الوسائل فى نقل بذور الحشائش من منطقة لأخري.

٤- الرياح : حيث تتميز بذور بعض الحشائش بخفة وزنها كما انها تكون مزودة بشعيرات تساعدها على الانتقال من مكان لآخر بواسطة الرياح كما هو الحال فى بذور الجعضيض والحلفا وهذه الوسيلة من الصعب التحكم بها بواسطة الانسان.

٥- ماء الري : تنتقل كثير من بذور الحشائش النامية على حواف قنوات الري والترع عن طريق ماء الري الى الحقول الاخري .

طرق مقاومة الحشائش

تقاوم الحشائش فى محاصيل الحقل بعدة طرق والتى عن طريقها يمكن الحد من انتشار وأضرار الحشائش وأهمها : الطرق الوقائية والميكانيكية والبيولوجية (الحيوية) والكيماوية.

أولا : الطرق الوقائية

تعتبر هذه الطرق من أفضل وسائل مقاومة الحشائش عن طريق تقليل الفرص المتاحة لانتشارها، وأهم هذه الطرق ما يلي :

١ـ استعمال تقاوى نظيفة خالية من بذور الحشائش .

٢ـ القضاء على الحشائش الموجودة فى الاراضي البور والمهملة دون زراعة، وكذلك الحشائش التى تنمو على جوانب الطرق والترع والمصارف لانها تعتبر مصدرا لانتشار الحشائش الى الحقول الاخري كما سبق أن ذكرنا.

٣ـ اتباع دورة زراعية مناسبة، حيث أن اتباع دورة زراعية ثابتة على محصول واحد سنويا يؤدي إلى زيادة انتشار الحشائش المصاحبة لهذا المحصول.

ثانيا- المقاومة الميكانيكية للحشائش

تقاوم الحشائش ميكانيكيا باتباع الطرق الاتية:

١ـ **الاقتلاع باليد او النقاوة اليدوية** : وتتم هذه الطريقة عادة فى المحاصيل التى لا يمكن اجراء عملية العزيق لها مثل محصول الارز والقمح والشعير والبرسيم وغيرها .

٢ـ **العزيق اليدوي**: وهى عملية يقصد بها إثارة الأرض النامية فيها الحشائش بغرض إقتلاعها وتعريضها بعد ذلك للشمس فتجف وتموت. وتعتبر هذه الطريقة فعالة فى مقاومة الحشائش خاصة فى المحاصيل التى تزرع على خطوط مثل الذرة الشامية كما سبق أن ذكرنا (راجع الباب العاشر). وتجري هذه العملية بالفأس أو بالات العزيق اليدوية او الميكانيكية ويجب اجراء العزيق ونباتات الحشائش مازالت صغيرة .

٣ـ **الحرق** : تستخدم هذه الطريقة عادة فى ابادة الحشائش الموجودة على الطرق والجسور وفى الاراضي البور ويستخدم فيها اللهب. ويعتبر استخدام هذه الطريقة محدود.

٤ـ **تغطية سطح التربة** بالبقايا النباتية الجافة مثل القش أو البلاستيك الأسود ويجب أن يكون الغطاء سميكا وكافيا لمنع الضوء عن نباتات الحشائش

حتى لا تستطيع ان تقوم بعملية التمثيل الضوئي وتموت فى النهاية، وغالبا يتم تغطية سطح التربة اساسا فى المسافات بين الخطوط.

٥- **الحرث والتمشيط** : حيث يتم حرث وتمشيط الارض بعد ريها وجفافها الجفاف المناسب وانبات بذور الحشائش، ويجب جمع اجزاء التكاثر الخضرية الموجودة اسفل سطح التربة للحشائش المعمرة مثل ريزومات النجيل وغيرها.

٦- **الغمر بالماء** : حيث يتم غمر الارض بالماء لفترة طويلة مما يؤدي إلى موت الحشائش.

ومن الجدير بالذكر أن كل هذه العمليات تساعد كثيرا فى مقاومة الحشائش الحولية، ولكنها لا تفيد كثيرا فى مقاومة الحشائش المعمرة، لأن هذه الحشائش تجدد نمو اجزائها الخضرية مثل الاوراق والسيقان الهوائية بسرعة وتستعيد نموها من جديد، ولكن وجد أنه للقضاء على مثل هذه الحشائش المعمرة يجب تكرار عملية العزيق عدة مرات متتابعة حيث يؤدى العزيق المتكرر كل ٧-١٠ يوم تقريبا لمدة ١-٣ سنوات حتى يستهلك النبات اكبر كمية من مخزونه الغذائي ويضعف تدريجيا حيث يموت بعد انتهاء عمليات العزيق المتكررة، وعموما يتوقف عدد مرات العزيق المتكرر على نوع الحشيشة المعمرة ونوع التربة.

ثالثا- الطرق البيولوجية (الحيوية)

وفي هذه الطريقة تستخدم بعض الكائنات الحية في مهاجمة الحشائش والقضاء عليها. هذا ويلاحظ أن هذه الطريقة تقلل من أعداد الحشائش ولاتقضى عليها نهائيا. ويراعى قبل استخدام هذه الطريقة أن تلائم المنطقة الجديدة لمعيشة هذه الكائنات الحية وخلوها ايضا من الاعداء الطبيعية لها، كما يجب التأكد من أن هذه الكائنات الحية متخصصة تخصص تام فى التغذية على الحشيشة المراد مقاومتها حتى لا تتحول الى آفة تضر المحاصيل فى حالة عدم وجود الحشيشة . وهناك بعض الامثلة الناجحة على هذا النوع من المقاومة واهمها فى مصر استخدام بعض انواع الاسماك لمقاومة حشيشة ورد النيل، وتربية بعض الاسماك فى حقول الارز لمقاومة الريم وبعض انواع الحشائش المائية وايضا استخدام الأوز والبط فى التغذية على بعض الحشائش المائية .

ثالثا- المقاومة الكيماوية للحشائش

تقاوم الحشائش كيماويا عن طريق استخدام مبيدات الحشائش وهى عبارة عن مركبات كيماوية تقتل أو تمنع نمو نباتات الحشائش . وان اول مبيد تم استعماله لهذا الغرض هو[(D -٢,٤) فينوكسي حمض الخليك ثنائي الكلور٢,٤- dichlorophenoxy acetic acid] فى عام ١٩٤٤، ولقد ظهر بعد ذلك العديد من مبيدات الحشائش، ومازال عددها يزداد عاما بعد عام حتى وصل عددها الى اكثر من ثلاثمائة مبيد .

مميزات استخدام مبيدات الحشائش

١- تعتبر وسيلة اقتصادية لمقاومة الحشائش لانها لا تحتاج الى أيدى عاملة بالمقارنة بعمليات المقاومة الميكانيكية الأخري مثل العزيق أو النقاوة اليدوية، والتي تستخدم غالبا فى المساحات الصغيرة .

٢-تعتبر من الوسائل الهامة فى مقاومة الحشائش فى المحاصيل التي تزرع بكثافات نباتية كبيرة مثل القمح والشعير والأرز والتى يصعب اجراء عملية العزيق فيها .

٣-تساعد المقاومة الكيماوية فى القضاء على الحشائش بعد فترة قصيرة من الزراعة حيث يصعب اجراء العزيق او النقاوة اليدوية، وهذا يؤدى الى نقص حدة التنافس بين بادرات المحصول والحشائش وزيادة المحصول.

عيوب استخدام مبيدات الحشائش

١- قد تسبب مبيدات الحشائش تلوثا للبيئة .

٢- قد تؤثر على صلاحية المنتجات الزراعية كغذاء للانسان.

تقسيم مبيدات الحشائش

يمكن تقسيم مبيدات الحشائش كالآتي:

أولا : على حسب طبيعة تأثيرها الى :

أ- مبيدات حشائش عامة : وهى التى تقتل النباتات دون تخير مثل زرنيخات الصوديوم ولذلك تستخدم هذه المبيدات غالبا فى الاراضي البور .

ب-مبيدات حشائش اختيارية (انتقائية): وهى التى تقتل بعض النباتات ولا تسبب ضررا للنباتات الاخري . ويمكن تفسير الفعل الاختياري للمبيد على اساس الاختلافات بين المحصول والحشائش من حيث:

١- الإختلافات المورفولوجية : ففي نباتات المحاصيل النجيلية مثل القمح والذرة الشامية وغيرها فى مراحل نموها الاولى تكون القمة النامية (منطقة النمو) موجودة عند سطح التربة ومحاطة بواسطة الاوراق، وهذا يجعل مثل هذه المحاصيل لا تتأثر بمبيد ٢,٤- D الذي يقتل نباتات الحشائش عريضة الأوراق والتى تتعرض براعمها مباشرة للمبيد.

وعلاوة على ذلك، فإن اوراق النباتات النجيلية تكون مغطاة عادة بطبقة سميكة من الشمع والكيوتيكل والتى تعمل على صعوبة نفاذ المبيد داخل النبات وبالتالى نقص تأثيره . وعلى سبيل المثال،مبيد ٢,٤- D تمتصه الحشائش عريضة الاوراق بكمية اكبر من النباتات النجيلية رفيعة الاوراق، ولذلك يستخدم هذا المبيد فى مقاومة الحشائش عريضة الاوراق فى حقول القمح والشعير.

٢- الاختلافات الفسيولوجية : قد تحتوى نباتات المحصول على بعض الانزيمات التى تبطل المفعول السام للمبيد، فمثلا عند استخدام مبيد الأترازين (مبيد اختياري) على نباتات الذرة الشامية فإنه يتحول بداخلها الى صورة غير سامة بفعل بعض الانزيمات ، بينما يتحول الى صورة سامة فى بعض الحشائش مثل حشيشة الرجلة .

٣-طريقة وميعاد اضافة المبيد: من المعروف أن معظم بذور الحشائش تنبت أسرع من بذور المحاصيل، ولذلك فإن رش بعض المبيدات بعد الزراعة والري مباشرة يقضي على الحشائش التى تظهر وذلك قبل ظهور بادرات المحصول .

ثانيا- تقسيم مبيدات الحشائش على حسب انتقالها فى النبات، وهذه تنقسم إلى:

أ- مبيدات غير متنقلة : وهى التى تقتل كل الأجزاء الخضرية التى تصل اليها ومن امثلتها مبيد الجرامكسون .

ب-مبيدات متنقلة (جهازية) : وهذه المبيدات تنتقل من الاوراق الى باقي اجزاء النبات عن طريق العصارة النباتية فى اللحاء مثل مبيد اللينورون والاترازين .

العوامل البيئية التى تؤثر على فعالية مبيد الحشائش

١- درجة الحرارة : حيث يؤدى ارتفاع درجة الحرارة الى نقص فعالية المبيد لأنها تعمل على زيادة جفاف المبيد ونقص امتصاصه بواسطة الأوراق.
٢-الرطوبة الجوية : يؤدى ارتفاع الرطوبة الجوية الى زيادة فعالية المبيد، لأن ذلك لا يؤدى إلى سرعة جفافه وزيادة امتصاصه بواسطة الأوراق.
٣-الرطوبة الأرضية : يؤدى نقص محتوى الارض من الرطوبة الى نقص فعالية المبيد الذي يضاف للتربة لأن رطوبة التربة تساعد على زيادة امتصاصه، كما أن الري الغزير او الامطار يؤدي إلى نقص فعاليته أيضا لأنها تسبب غسيله الى عمق اكبر اسفل سطح التربة وتجعله اقل فعالية .

طرق اضافة مبيدات الحشائش

تضاف مبيدات الحشائش بعدة طرق اهمها :

١- اضافة المبيد قبل الزراعة Presowing

وفي هذه الطريقة يضاف المبيد رشا قبل الزراعة وأثناء عمليات تجهيز الارض للزراعة، وقد يخلط المبيد بالتربة فى حالة المبيدات سريعة التطاير مثل مبيد الترايفلورالين Trifloralin.

٢- اضافة المبيد بعد الزراعة أو قبل الانبات Postsowing or Preemergence

وفي هذه الطريقة يضاف المبيد رشا اما بعد زراعة التقاوى وذلك قبل الري او بعده مباشرة وذلك قبل انبات بذور المحصول أو ظهورها فوق سطح التربة.

٣-اضافة المبيد بعد الانبات Postemergence

وفى هذه الحالة تضاف المبيدات رشا بعد انبات وظهور كلا من بادرات المحصول والحشائش.

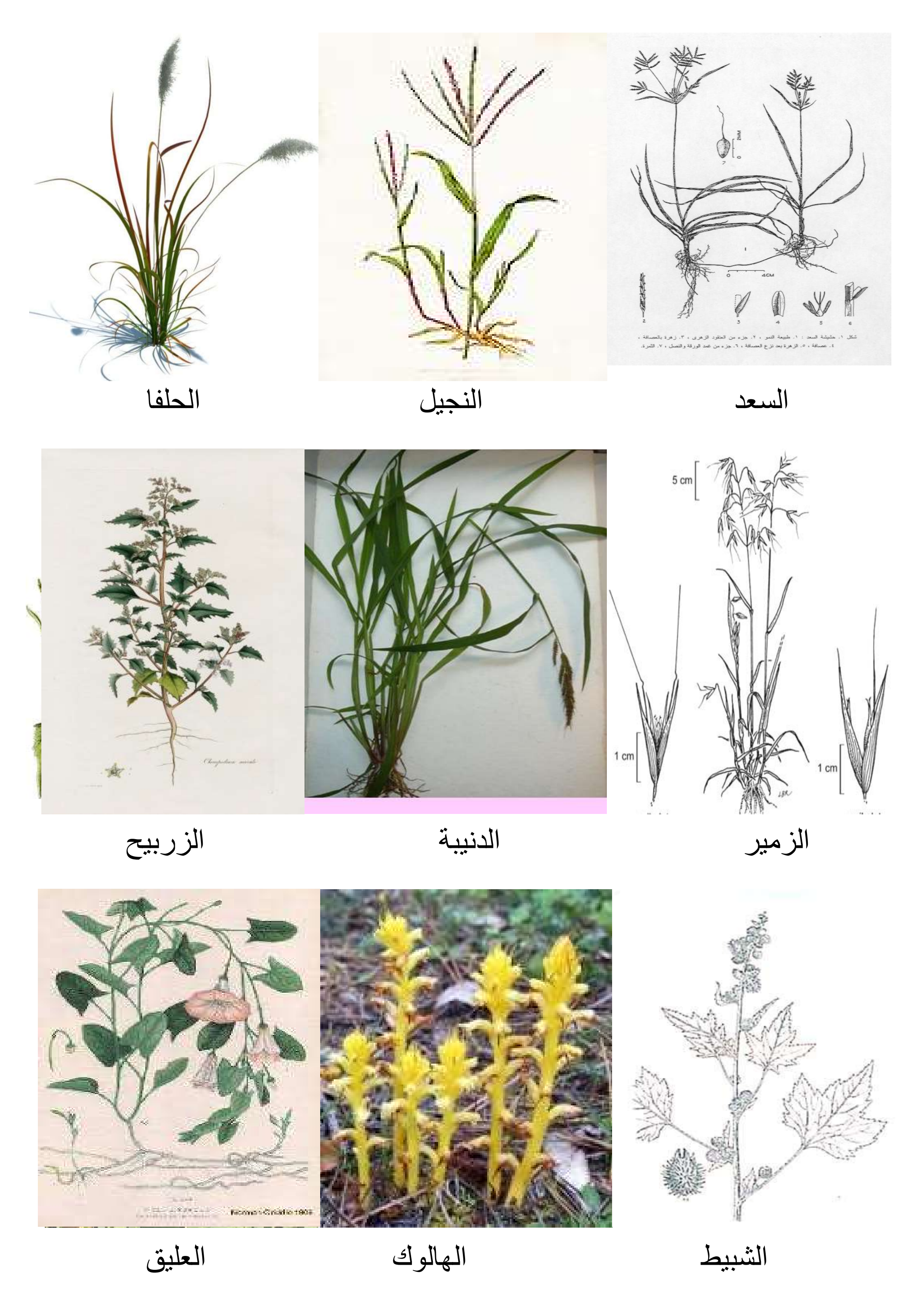
٤-الاضافة الموجهة للمبيد على نباتات الحشائش دون أن يلامس نباتات المحصول. وفي هذه الطريقة يضاف المبيد رشا بين خطوط او سطور المحصول.

جدول (١٣-١). الأسماء العربية والانجليزية والعلمية لأهم الحشائش الشائعة الانتشار في مصر

الاسم العربي	**الاسم الانجليزي**	**الاسم العلمي**
أولا- نباتات ذات الفلقة الواحدة		
١-العائلة النجيلية		Fam. Poaceae (Gramineae)
النجيل	Bermuda grass	*Cynodon dactylon (L.) Pers*
الحلفا	Satintall	*Imperata cylindrical L.*
الزمير البري	Wild oats	*Avena fatua L.*
الصامة	Rye grass	*Lolium temoulentm L.*
أبوركبة	Jungle rice	*Echinochloa colonam L.*
الدنيبة	Barnyard grass	*Echimochloa crus-galli L.*
ديل الفار	Bersseed grass	*Phalaris paradoxa Coss.*
ديل القط	Beard grass	*Polypogen monspeliensis*
النسيلة أو الأمشوط	------	*Echinochloa stagninum L.*
الحجنة أو البوص	Common reed	*Phragmites communist Trim*
٢- العائلة السعدية		Fam. Cyperaceae
السعد	Nut-grass	*Cyperus rotundus*
العجيرة	------	*Cyperus difformis*
ثانيا- نباتات ذات الفلقتين		
١- العائلة البقولية		*Fam.Fabaceae (Leguminosae)*
النفل	Medic	*Medicago hispida*
الحندقوق	Sweet clover india	*Melilotus indica (L.) Ali*
الدحريج	Vetch	*Vicia monantha Retz*
برسيم الفراولة	Persiam clover	*Trifolium resupinatum L.*
٢- العائلة المركبة		Fam. Compositea
الجعضيض	Sow thistle	*Sonchus oleraceus L.*
السريس (اللبين)	Chicory	*Chicorium pumilum Jacq*
الشبيط	Sping cocklebur	*Xanthium spinosum L.*
٣- العائلة الصليبية		Fam. Cruciferae
فجل الجمل	London Rocket	*Sisymbrium irio*
كيس الراعي	Shepherds purs	*Capsella bursa-pastoris L.*

تابع جدول (١٣-١)

Brassica nigra Koch.	Black mustard	الكبر
Fam. Solanaceae		**٤- العائلة البازنجانية**
Solanum nigrum L.	Black nightshad	عنب الديب
Datura stramonium L.	Jimsonweed	الداتوره
Fam. Convolvulaceae		**٥- العائلة العليقية**
Convolvulus arvensis L.	Field bindweed	العليق
Cuscuta planiflora L.	Dodder	حامول البرسيم
Fam. Polygonaceae		**٦- العائلة الحماضية**
Rumex dentatus L.	Dentated dock	الحميض
Emax spovosis L.	Frickly dock	ضرس العجوز
Fam. Urticaceae		**٧- عائلة عرف الديك**
Amaranthus caudatus L.	------	عرف الديك
Fam. Chenopodiaceae		**٨- العائلة الرمرامية**
Chenopodium album L.	Lambsquarter	الزربيح
Chenopodium murale L.	Ramram	فساء الكلاب
Beta vulgaris L.	Wild beet	السلق
Salicornia fruticasa L.	-------	الخرزة
Fam. Portulaceae		**٩ العائلة الرجلية**
Portulaca oleracea	Purslane	الرجلة
Fam. Primulaceae		**١٠- العائلة الزغلنتية (الربيعية)**
Anagallis arvensis L.	Scarlet pimpernel	الزغلنت (عين القط)
Fam. Orobanchaceae		**١١- العائلة الهالوكية**
Orobanche crenata Forsk	Scalloped broamrape	هالوك الفول
Fam. Euphoripiaceae		**١٢- عالة أم اللبن (السوسبية)**
Euphorbiaprunifolia L.	Spurge	أم اللبن (لبن الحمارة)
Fam. Unbilliferae		**١٣- العائلة الخيمية**
Ammi majus	Tooth pick	الخلة الشيطاني
Fam. Plantaginaceae		**١٤- عائلة لسان الحمل**
Plantaga major L.	Broadleab plantain	لسان الحمل (لسان محمد)



شكل (١٣-١). الشكل العام لبعض الحشائش الهامة المنتشرة في الحقول المصرية



شكل (١٣-١). الشكل العام لبعض الحشائش الهامة المنتشرة في الحقول المصرية

الباب الرابع عشر

عمليات الحصاد والدراس والتخزين لمحاصيل الحقل
Crop Harvesting, Threshing and Storage

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

تعتبر عملية حصاد المحاصيل وتخزينها هي آخر عمليات خدمة ورعاية وإنتاج المحصول، ويجب على المزارع أن يوليها عناية كبيرة حتى لا يفقد جزءا كبيرا من محصوله بعد تمام نضجه.

أولا- الحصاد

الحصاد هو جمع المحصول من الحقل عندما يصل إلى طور النضج وفي الميعاد المناسب دون تبكير أو تأخير. لأن التبكير أو التأخير في الحصاد عن الميعاد المناسب يؤدي إلى خسارة في المحصول كمية وجودة ويزداد الفقد في المحصول كلما زاد التبكير أو التأخير في الحصاد.

أضرار التبكير في الحصاد

١- يؤدي حصاد الحبوب أو البذور قبل نضجها إلى ضمورها عند جفافها وهذا يؤدي إلى نقص وزنها، كما أنها تتلف بسرعة عند تخزينها بسبب إرتفاع نسبة الرطوبة بها.

٢- يؤدي الحصاد المبكر للمحصول قبل تمام نضجه إلى نقص جودة الحبوب أو البذور حيث ينخفض محتواها من البروتين في محاصيل البقول والحبوب، كما قد تقل نسبة الزيت في بذور محاصيل الزيت أو السكر في محاصيل السكر.

٣- يؤدي حش بعض محاصيل العلف مثل الذرة الرفيعة وحشيشة السودان في أطوار نموها المبكرة إلى أضرار بالحيوانات لإحتوائها على نسبة عالية من حمض الهيدروسيانيك السام في مراحل النمو المبكرة (أقل من ٥٠ يوم).

أضرار التأخير في الحصاد

١- يؤدي التأخير في الحصاد عن الميعاد المناسب إلى نقص في كمية المحصول بسبب انفراط الحبوب من السنابل وسقوطها على الأرض كما هو الحال في محاصيل الحبوب مثل القمح والشعير والأرز. كما يحدث انتثار (سقوط) البذور من الثمار على الأرض، كما هو الحال في الفول البلدي وفول الصويا والسمسم والكتان وغيرها.

٢- يؤدي تأخير حصاد بعض المحاصيل مثل القمح والشعير والأرز وغيرها إلى رقادها وهذا يؤدي إلى انفراط الحبوب ونقص جودتها وصعوبة عملية الحصاد.

٣- يؤدي تأخير الحصاد في كثير من المحاصيل إلى زيادة فترة تعرض المحصول لمهاجمة الطيور والحشرات مما يؤدي إلى نقص في كمية المحصول وجودته.

٤- تقل جودة بعض المحاصيل التي تستخدم كمادة خام لبعض الصناعات مثل القطن، حيث تسقط فصوص القطن على الأرض وتلوثها بالأتربة والأوراق الجافة.

٥- تقل القيمة الغذائية لبعض محاصيل الحقل، وعلى سبيل المثال، تقل نسبة السكر في جذور بنجر السكر والزيت في محاصيل الزيت وزيادة نسبة الألياف في محاصيل العلف الأخضر.

أهم علامات النضج وطرق الحصاد في بعض محاصيل الحقل

١- محاصيل الحبوب الصغيرة (القمح والشعير والأرز): يجرى حصادها دون حدوث فقد كبير في المحصول عندما تصل الحبوب إلى طور النضج العجيني الصلب أو في طور النضج الفسيولوجي وفي هذا الطور يصبح لون السنابل أصفر ذهبي. ويتم حصاد هذه المحاصيل يدويا بقطع السيقان فوق سطح الأرض بواسطة المنجل أو الشرشرة (شكل ١٤-١)، كما تحصد آليا بواسطة المحصدة أو بواسطة الكومباين.



شكل (١٤-١). المنجل

٢- الذرة الشامية: تحصد الذرة الشامية عند اصفرار الأوراق والسيقان وأغلفة الكوز وجفافها وتصلبها نسبيا، وعند ظهور الطبقة الفاصلة السوداء في قاعدة الحبة وهذا يعتبر دليلا على أن الحبة قد وصلت إلى أقصى وزن جاف لها (مرحلة النضج الفسيولوجي). ويتم حصاد الذرة الشامية يدويا بقطع السيقان بالمناقر (شكل ١٤-٢) أسفل سطح الأرض مباشرة، وتترك النباتات بالحقل مدة ٢ – ٣ يوم حتى تجف جزئيا ثم تنزع الكيزان من العيدان، أو تنقل النباتات بعد قطعها مباشرة إلى مكان متسع (الجرن) ثم تترك لتجف ثم تنزع الكيزان من العيدان ثم يتم تقشيرها. كما يتم حصاد الذرة آليا في الدول المتقدمة بواسطة آلات خاصة تقوم بنزع الكيزان فقط من السيقان أو نزع الكيزان وتقشيرها وتفريط الحبوب.



شكل (١٤-٢). المنقرة

٣- الذرة الرفيعة للحبوب: تحصد عند جفاف الأوراق السفلى على النبات وتصل الحبوب إلى حجمها النهائي ويتحول مظهرها إلى الشكل واللون الطبيعي المميز للصنف. ويتم حصاد الذرة الرفيعة في مصر يدويا عن طريق قطع السيقان من فوق سطح التربة مباشرة بواسطة المناقر أو الشراشر، ثم ترص النباتات المقطوعة على الأرض ثم تقطع النورات بشرشرة أو مقص وفي حالة الأصناف ثنائية الغرض والتي تزرع من أجل الحصول على الحبوب واستخدام النباتات الخضراء كعلف أخضر للماشية فتقطع النورات أولا وهي قائمة في الحقل، وتؤخذ النباتات لتغذية المواشي أو لعمل السيلاج. وبعد تقطيع النورات من السيقان تنشر في الشمس لمدة تتراوح بين ٥ – ٧ يوم حتى تجف ثم يتم دراسها.

٤- القطن: يتم جني (جمع) القطن في مصر يدويا عندما يتم تفتح حوالي ٤٠ – ٥٠% من اللوز الموجود على النباتات. كما يتم جني القطن ميكانيكيا في الدول المتقدمة بواسطة آلات أهمها آلة الجني التي تقوم بجمع اللوز المتفتح فقط.

٥- الكتان: يتم حصاد الكتان المنزرع لغرض الألياف عندما تتلون قواعد السيقان باللون الأصفر، أما الكتان المنزرع من أجل إنتاج البذور فقط فيحصد عندما يصبح لون الكبسولات أصفر، أما الكتان المنزرع للغرضين (البذور والألياف) فيحصد عندما يصفر النصف السفلي للسيقان وتتساقط الأوراق وتتلون البذور باللون البني ويتم الحصاد يدويا في الصباح الباكر بتقليع النباتات وتربيطها ثم تنقل للجرن وتترك في الشمس لتجف ثم يتم فصل البذور عن بقايا النباتات.

٦- الفول البلدي: يتم حصاد (كسر) الفول البلدي عند اصفرار الأوراق السفلى وجفافها وسقوطها وعند نضج ثلث أو نصف القرون السفلى على النبات وتأخذ اللون الأسمر. ويتم الحصاد يدويا بقطع النباتات فوق سطح الأرض في الصباح الباكر، ثم تنقل إلى الجرن وتترك للجفاف تمهيدا لعملية الدراس.

٧- قصب السكر: يتم الحصاد (الكسر) عندما يكتمل نضج السيقان، ويمكن اعتبار السيقان ناضجة عندما تكون نسبة السكروز في العقد العلوية والسفلية على الساق متقاربة. ومن علامات نضج القصب أيضا هو جفاف الأوراق السفلى وذبول الأوراق العليا واصفرارها وسهولة كسر السيقان عند العقد. ويتم حصاد القصب بكسر السيقان أسفل سطح الأرض مباشرة، ثم يتم

تقشير السيقان بإزالة الأوراق الجافة وإزالة قمم النباتات (الزعازيع) ثم ينظف القصب من الشوائب العالقة به مثل الطين والجذور وغيرها ثم ينقل للمصنع.

٨- بنجر السكر: يتم حصاد بنجر السكر عند جفاف الأوراق السفلى واصفرار الأوراق العليا على النبات، ويمكن الاستدلال على النضج عن طريق تقدير نسبة السكر في الجذور، ويجب أن تترك نباتات البنجر في الحقل دون حصاد حتى تصل نسبة السكر في الجذور إلى أعلى قيمة. ومن الجدير بالذكر، أن شركات السكر المتعاقدة مع المزارعين تقوم بتقدير نسبة السكر بجذور النباتات على فترات متعاقبة وإرشاد المزارعين بميعاد الحصاد ويتم حصاد البنجر في مصر وفي كثير من الدول النامية يدويا بواسطة المحراث، ثم يتم قطع الأوراق مع منطقة التاج بواسطة سكاكين خاصة ثم تنقل إلى المصنع. كما يتم حصاد بنجر السكر في الدول المتقدمة بواسطة آلات خاصة.

٩- محاصيل العلف: تحصد (تحش) نباتات محاصيل العلف الأخضر عندما تصل النباتات إلى أقصى نموها الخضري، ويكون ذلك عادة قبل إزهارها مباشرة أو في الطور الذي يعطي أكبر كمية من المحصول الأخضر وأعلى جودة. أما قطع الذرة الشامية والذرة الرفيعة لعمل السيلاج فإنه يتم عندما تصل الحبوب إلى مرحلة النضج العجيني.

١٠-الفول السوداني: يحصد عندما يكتمل نمو البذور وتتلون قشرة القرن باللون المميز للصنف، وجفاف الأوراق السفلى وسقوطها. ويحصد الفول السوداني باقتلاع النباتات يدويا بالفأس، كما يمكن إجراء عملية التقليع هذه بواسطة المحراث البلدي، ثم تفصل القرون عن النباتات ثم تجفف. كما يتم حصاد الفول السوداني في الدول المتقدمة بواسطة آلات معدة لهذا الغرض.

الدراس

يقصد بعملية الدراس هو فصل الحبوب او البذور أو الثمار عن أجزاء النباتات الجافة بعد نضجها وذلك إما يدويا أو باستخدام بعض الآلات تسمى آلات الدراس والتي تحتوى على أسلحة حادة تستخدم في تقطيع أجزاء النبات إلي قطع صغيرة تسمي (التبن) كما في القمح والشعير والبرسيم والفول أو تبقي بدون تقطيع وتسمي (القش) كما في الأرز والكتان.

طرق الدراس

يمكن تقسيم طرق الدراس إلى:

أ- طرق قديمة ب- طرق حديثة

أ- الطرق قديمة

١- **التنفيض**: وهو عبارة عن تنفيض (دق) النباتات يدويا على صخرة أو على جزع خشب أو غيره وذلك بغرض فصل البذور عن باقي أجزاء النبات، ولازالت هذه الطريقة تستخدم في مصر حتى الآن كما في محصول السمسم.

٢- **الدق بالعصا**: وذلك بوضع النباتات كاملة داخل عبوات ثم الدق عليها باستخدام العصا وذلك لتفريد وفصل الثمار على مفارش خاصة، وتستخدم في دراس الذرة الرفيعة والعدس والحمص والذرة الشامية في المساحات الصغيرة.

٣- الدهس بالحيوانات: وكانت تستخدم هذه الطريقة قديما في دراس القمح والشعير ولكن كان يعاب عليها خلط روث الحيوانات بالمحصول.

٤- **الدراس بالنورج:** لا يتم الدراس بالنورج إلا عند جفاف المحصول تماما وأثناء ارتفاع درجة الحرارة كما كان يحدث في دراس القمح والشعير بحيث توضع النباتات كاملة في حزم وتكون السنابل لأعلى ثم يمرر النورج (شكل ١٤-٣) عليها فى شكل دائري لتكسيرها ثم تعاد العملية مع تقليب القش باستمرار وذلك لتنعيمه.

ويعقب عمليات الدراس القديمة عمليتى التذرية والغربلة لفصل الحبوب عن التبن.



شكل (١٤-٣). النورج

ب- الطرق حديثة

١- آلة الدراس والتذرية الثابته: هي آلة ميكانيكية (شكل ١٤-٤) تستخدم للدراس بواسطة أسلحة تقطيع والتذرية بواسطة غرابيل داخل الآلة أو بدفع تيار هوائي لابعاد التبن ويسمح بمرور حبوب أو بذور المحاصيل المختلفة، ثم غربلتها بواسطة غرابيل خاصة لكل محصول يتم تبديلها من محصول لآخر في نفس الآلة، وتعمل هذه الآلة بواسطة الجرار الزراعي، ويتم دفع النباتات داخلها يدويا (تلقيمها).



شكل (١٤-٤). آلة الدراس والتذرية الثابتة

٢- آلة الضم والدراس والتذرية المتحركة Combine: تقوم هذه الآلة بحصاد المحصول ودراسه وتذريته ذاتيا (شكل ١٤-٥).



شكل (١٤-٥). آلة الضم والدراس والتذرية المتحركة

غربلة وتخزين البذور

تعتبر عملية غربلة وتنظيف البذور من العمليات الهامة التي يجب اجراؤها للبذور بعد عمليات الحصاد والدراس وذلك قبل تسويقها أو تخزينها، بغرض استبعاد الشوائب المختلفة مثل الحصى وأجزاء من التربة والتبن والقش وبذور الحشائش والبذور المصابة والضامرة والمكسورة والأتربة الناعمة التي قد تكون موجودة مع الحبوب.

وتتم عملية الغربلة كالآتي:

١- **غربلة يدوية:** وتتم باستعمال غرابيل ذات فتحات مختلفة الأقطار بواسطة العمال المدربين.

٢- **غربلة بواسطة الآلات:** وتتم بواسطة آلات الغربلة والتنظيف وفيها تعتمد عملية الغربلة والتنظيف والتدريج على الاختلافات بين البذور المراد غربلتها وتنظيفها عن البذور والشوائب الأخرى في الحجم والوزن النوعي والشكل، كما يتم التقاط الأجسام المعدنية بواسطة مغناطيس قوي. وتتميز هذه الطريقة بتوفير الوقت والمجهود.

تخزين البذور

بعد حصاد محاصيل الحبوب والبقول والزيت وتجهيزها تخزن في أماكن خاصة. وتخزين البذور هو عبارة عن حفظها تحت ظروف يمكن التحكم فيها بغرض:

١- المحافظة على القيمة الغذائية للبذور إذا كانت ستستخدم للاستهلاك الآدمي.

٢- المحافظة على حيوية البذور إذا كانت ستستخدم كتقاوي.

٣- تخزينها لغرض تجاري إلى أن يرتفع سعرها.

ومن الجدير بالذكر، أن محاصيل الحبوب والبقول والزيت تعتبر أسهل كثيرا في تخزينها عن تخزين الخضر والفاكهة بسبب انخفاض محتواها من الرطوبة عند الحصاد. ويرجع تاريخ تخزين الحبوب إلى سيدنا يوسف عليه السلام حينما نصح بتخزين القمح في سنابله لحماية الحبوب من التلف كما نص عليه القرآن الكريم "*قال تزرعون سبع سنين دأبا فما حصدتم فذروه في سنبله إلا قليلا مما تأكلون*" صدق الله العظيم.

طرق تخزين البذور

تخزن البذور في مصر بطرق مختلفة أهمها ما يلي:

١- **تخزين الذرة الشامية في أغلفتها:** وفي هذه الطريقة تخزن كيزان الذرة الشامية بأغلفتها، وهذه الطريقة تعمل على تقليل الاصابة بالآفات ولكن لا تمنعها.

٢- **تخزن الحبوب في حفر تحت سطح الأرض:** لقد استخدمت هذه الطريقة منذ زمن بعيد في بعض المناطق في مصر، ومازالت تستخدم في بعض المناطق الجافة والبعيدة عن ماء المطر وماء الرشح والماء الأرضي، وتستخدم هذه الطريقة على نطاق محدود في تخزين الفول في الوجه القبلي.

٣- **التخزين في العراء:** في هذه الطريقة يخزن القمح تخزينا مؤقتا في كومة على أرض جافة جيدة الصرف مرتفعة نسبيا، مع وضع طبقة من التبن أو القش فوق سطح الأرض قبل تخزين الحبوب. ويجب تغطية الحبوب بقماش أو مشمع. وتتميز هذه الطريقة بأنها غير مكلفة ولكن من عيوبها زيادة الفقد في الحبوب فقد تصل إلى أكثر من ٢٠% نتيجة لتعرضها لمهاجمة الطيور والحشرات والقوارض والأمطار وغيرها.

٤- **التخزين في أجولة في شون:** وفي هذه الطريقة يتم تخزين البذور في أجولة توضع في شون على أرضية من الخشب مع إقامة تاندة لحماية البذور من الأمطار. ومن عيوب هذه الطريقة هو تعرض القمح المخزن لمهاجمة الطيور والقوارض والحشرات وغيرها، علاوة على تلف الأجولة بمرور الوقت، كما أن نسبة الفاقد تكون حوالي ٥-١٠%.

٥- **التخزين في المسكن:** وفي هذه الطريقة توضع البذور في أجولة ثم توضع في غرف المسكن لحمايتها من القوارض والحشرات.

٦- **التخزين في صوامع:** هناك ثلاثة أنواع من الصوامع هي: ١- صوامع طينية، ٢- صوامع خرسانية (أسمنتية)، ٣- صوامع معدنية.

١- الصوامع الطينية: تعتبر من أقدم طرق تخزين الحبوب في صوامع في مصر. وهذه الصوامع تبنى من الطين المخلوط بالتبن، ولها فتحة علوية لملئها بالحبوب وفتحة سفلية للتفريغ، وتتسع الصومعة الواحدة إلى ١-٥ أردب من القمح أو الذرة (شكل ١٤-٦). وتتميز هذه الصوامع بأنها قليلة التكلفة كما أنها تعمل على تقليل الإصابة بالحشرات والقوارض وحماية الحبوب من الأمطار.

٢- الصوامع الخرسانية (الأسمنتية): تبنى هذه الصوامع من الأسمنت المسلح وهي صالحة لتخزين كميات كبيرة من الحبوب، وتتكون الصومعة من مجموعة من الخلايا وملحق بها مبنى للتشغيل، وتبلغ سعة الخلية البينية الواحدة حوالي ٢٤ طن من الحبوب (شكل ١٤-٧).

٣- الصوامع الممعدنية: تعتبر الصوامع المعدنية المصنوعة من الصلب المجلفن (شكل ١٤-٨) أهم وسيلة لتخزين الحبوب في العصر الحديث، وتختلف هذه الصوامع في سعتها التخزينية، فقد تصل السعة التخزينية للصومعة الواحدة إلى ١٠٠٠ طن أو أكثر من الحبوب.

وجدير بالذكر، أن هذه الصوامع لا تمنع إصابة الحبوب بالحشرات، إذا كانت الحبوب قد خزنت وهي مصابة، أو كانت الصوامع نفسها بها حشرات ولم يتم تطهيرها قبل تخزين الحبوب بها.



شكل (١٤-٦). الصوامع الطينية



شكل (١٤-٧). الصوامع الخرسانية



شكل (١٤-٨). الصوامع المعدنية

مزايا الصوامع المعدنية

١- تمنع حدوث عدوى للحبوب المخزونة بها من الخارج وحمايتها من القوارض والطيور وغيرها.

٢- إمكانية تخزين كميات كبيرة من الحبوب في مساحة صغيرة من الأرض خصوصا الصوامع الكبيرة الحجم.

٣- لا تتأثر بالعوامل الجوية مثل الأمطار ولا تتأثر بالحريق.

٤- يتم ملؤها وتفريغها آليا مما يوفر الوقت والمجهود.

٥- مزودة بأجهزة تحكم يمكن عن طريقها التحكم في درجات الحرارة والرطوبة الجوية والتهوية.

ومن عيوب هذه الصوامع: أنها مرتفعة الثمن، حيث يبلغ سعر الصومعة المعدنية المكونة من ١٢ خلية سعة الخلية الواحدة ٦٠ ألف طن حوالي ٩٠ مليون جنيه.

وفي مصر، تم التوسع في انشاء الصوامع المعدنية في السنوات الأخيرة في معظم محافظات مصر من خلال المشروع القومي للصوامع، والذي بدأ عام ٢٠١٥م ولقد تضمن المشروع انشاء أكثر من ٥٠ صومعة في حوالي ١٧ محافظة بطاقة تخزينية تصل إلى ١٠٥ مليون طن من القمح.

العوامل التي تؤثر على الحبوب أثناء تخزينها

تتعرض الحبوب أثناء تخزينها للتلف نتيجة لتأثرها بالعديد من العوامل أهمها: ١- نسبة الرطوبة بالحبوب، ٢- درجة حرارة التخزين، ٣- الرطوبة الجوية، ٤- الحشرات والفطريات.

أولا- نسبة الرطوبة بالحبوب: إن محتوى الرطوبة بالحبوب المراد تخزينها يعتبر عنصر الأمان الرئيسي في تخزين الحبوب، حيث أن المحتوى المرتفع من الرطوبة بالحبوب يعمل على:

١- زيادة معدل تنفس الحبوب والذي ينتج عنه حرارة ورطوبة.

٢- تنشيط تنفس البذور وإنباتها مما يؤدي إلى تلفها ونقص قيمتها الغذائية.

٣- زيادة معدل نمو ونشاط الحشرات والفطريات.

وعموما- يجب ألا تزيد نسبة الرطوبة بالحبوب المراد تخزينها عن ١٢%، حيث أن الحبوب التي تحتوي على نسبة رطوبة أعلى من ذلك تتدهور سريعا عند تخزينها.

ثانيا- درجة الحرارة: تعتبر درجة حرارة التخزين المثلى من العوامل الهامة التي تلعب دورا هاما في تقليل تلف البذور أثناء تخزينها. وعموما- يمكن تخزين الحبوب لفترات طويلة وحفظها من التلف في درجة حرارة منخفضة نسبيا لا تتعدى ١٥ºم، حيث أن درجة الحرارة الأعلى من ذلك تعمل على:

١- زيادة معدل تنفس البذور، وخصوصا تلك التي تحتوي على نسبة رطوبة أعلى من ١٢%، مما يؤدي إلى تنبيتها واستهلاك جزء من المواد الغذائية المخزنة بها مما يؤدي إلى نقص قيمتها الغذائية أو تلفها.

٢- زيادة معدل نشاط الحشرات والفطريات والتي قد تكون مصاحبة للبذور عند تخزينها، والذي ينتج عن تنفسها حرارة ورطوبة تساهم في نشاط الفطريات وتلف البذور.

ثالثا- الرطوبة الجوية: تعتبر الرطوبة الجوية المثلى للتخزين من العوامل الهامة أيضا التي تؤثر على سلامة الحبوب أثناء تخزينها، حيث أن ارتفاع الرطوبة الجوية بالمخزن عن الحد الأمثل يعمل على امتصاص الحبوب جزء من هذه الرطوبة مما يؤدي إلى رفع نسبة الرطوبة بالحبوب، ولقد وجد أن ٣٠% رطوبة جوية أو أقل تعتبر أكثر مناسبة لتخزين معظم الحبوب.

رابعا- الحشرات: قد تحتوي الحبوب المراد تخزينها على العديد من الكائنات الحية مثل الحشرات والفطريات وغيرها. وتسبب الحشرات فقدا في الحبوب المخزونة أساسا بسبب إستهلاكها للمواد الغذائية المخزنة بالحبوب، علاوة على أنها تعمل على تهيئة ظروف مناسبة لنمو الفطريات، لأنها تنتج أثناء تنفسها حرارة ورطوبة وهذه تشجع نمو الفطريات والتي قد تسبب في النهاية ضررا مباشرا للحبوب أكثر مما تسببه الحشرات.

مما سبق يمكن القول بأنه يمكن تخزين الحبوب لسنوات طويلة إذا خزنت في مخازن خالية من الحشرات وأن لا تزيد نسبة الرطوبة بالحبوب عن ١٢% ودرجة حرارة المخزن لا تتعدى ١٥ºم ورطوبة جوية لا تتجاوز ٣٠%، والعمل على إبقاء هذه الظروف ثابتة تقريبا طول فترة التخزين.

الباب الخامس عشر

بذور المحاصيل وإنباتها

Crop seeds and Germination

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

تعتبر بذور المحاصيل ضرورية لحياة وبقاء الإنسان، حيث تعتبر مصدرا رئيسيا للغذاء والمشروبات ومادة خام لعديد من الصناعات (راجع الباب الثاني).

ولكي تتكون البذرة على النبات فلابد أولا من تكوين حبوب اللقاح في متك الزهرة (الجاميطات المذكرة) وتكوين البويضات (الجاميطات المؤنثة) في مبيض الزهرة، ثم يحدث التلقيح والإخصاب وتكوين البذرة أو الثمرة.

التركيب التشريحي للبذور

البذرة هي البويضة المخصبة، فبعد عملية الإخصاب تنمو أغلفة البويضة مكونة قصرة البذرة، كما ينمو جدار المبيض مكونا الغلاف الثمري، وعندما يتم نضج البذرة يبقى الجنين في حالة سكون حتى تتهيأ له ظروف الإنبات، وتعتبر البذرة هي حلقة الاتصال الحية بين الآباء والنسل.

وعلى الرغم من اختلاف بذور المحاصيل في أشكالها وأحجامها وألوانها إلا أنها جميعا تتركب من:

١- الجنين

٢- المواد الغذائية المخزنة والتي يتغذى عليها الجنين عند الانبات.

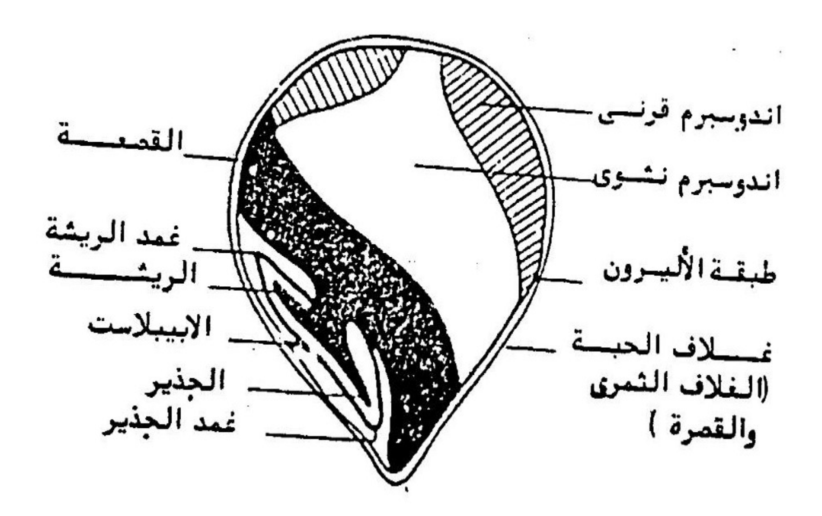
٣- غلاف البذرة (القصرة).

٤- الإنزيمات والهرمونات اللازمة لتحليل المواد الغذائية المخزنة لتكوين أنسجة جديدة في البادرات أثناء نموها.

وسوف نوضح فيما يلي وصفا عاما ومختصرا لبذور النباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين:

١- بذور النباتات ذات الفلقة الواحدة

تعتبر النباتات التابعة للعائلة بواسي (النجيلية) أهم النباتات التابعة لذوات الفلقة الواحدة حيث تضم محاصيل الحبوب ومنها القمح والشعير والذرة ونباتات القصب والعديد من نباتات العلف النجيليه ونباتات المراعي والحشائش. وهذه النباتات لا تنتج بذورا حقيقية، حيث تكون ثمرة جافة غير متفتحة ناتجة من مبيض واحد تسمى برة Caryopsis وفيها يلتحم الغلاف الثمري (جدار المبيض) مع القصرة (جدار البويضة) ليكونان معا غلاف الحبة Seed-coat (شكل ١٥-١) وفي بعض النباتات النجيلية مثل الشعير تلتحم العصافات والقنابع بغلاف الحبة ولا ينفصلان عن الحبه عند الدراس.



شكل (١٥-١). قطاع طولي في حبة الذرة الرفيعة (نبات ذو فلقة واحدة)

ويوجد الجنين عند قاعدة الحبة ويتكون من فلقة واحدة تعرف بالقصعة Scutellum تفصل الجنين عن الاندوسبرم، ويتصل بالقصعة محور الجنين الذي يتكون من الريشة من أعلى والجذير من أسفل، ويغلف الريشة غمد الريشة ويغلف الجذير غمد الجذير.

ويتكون الإندوسبرم في النجيليات من طبقة خارجية تسمى طبقة الأليرون وهي غنية نسبيا بالبروتين، أما باقي الإندوسبرم يكون حوالي ٧٠% من وزن الحبة ولذلك فتسمى هذه البذور بالبذور الإندوسبرمية والتي تعطي الدقيق عند طحن الحبوب.

بذور نباتات المحاصيل ذات الفلقتين

تتكون بذور هذه النباتات من الجنين فقط والذي يتكون من فلقتين كبيرتين تختزنان المواد الغذائية اللازم للجنين عند الإنبات، ولذلك فتسمى مثل هذه البذور بالبذور اللاإندوسبرمية أو عديمة الإندوسبرم مثل الفول والعدس وغيرها. وتتصل الفلقتان بمحور الجنين والذي يتكون من السويقة الحنينية العليا والتي تنتهي بالريشة أو القمة النامية، والجزء السفلي منه يسمى السويقة الجنينية السفلى التي تنتهي بالجذير.

انبات بذور محاصيل الحقل

يعرف علماء فسيولوجيا المحاصيل الإنبات بأنه عبارة عن ظهور البادرة فوق سح التربة، على أن تكون طبيعية وقادرة على النمو وتكوين نبات طبيعي، أما علماء النبات فيعرفون الإنبات بأنه عباره عن بروز (ظهور) الجذير من غلاف البذرة.

وتمر البذرة أثناء إنباتها بسلسلة من العمليات المتتالية هي:

١- تشرب وامتصاص البذور للماء

عندما توضع البذور في تربة مبللة بالماء، فإنها تمتص الماء عن طريق التشرب، وتتوقف كمية الماء التي تتشربها البذرة على تركيبها الكيميائي، حيث تمتص البذور التي تحتوي على نسبة عالية من البروتين مثل فول الصويا والفول البلدي كمية مياه أكبر من تلك التي تحتوي على نسبة عالية من النشا مثل القمح والذرة وغيرها. وأن عملية تشرب الماء تعمل على انتفاخ البذرة وينتج عنه ضغط داخلي ينتج عنه تمزق غلاف البذرة وهذا يساعد على خروج الجذير والريشة من البذرة.

٢- تحلل المواد الغذائية المخزنة بالبذرة

بمجرد امتصاص البذرة للماء تبدأ عمليات تحلل المواد الغذائية المخزنة إلى مواد بسيطة بواسطة الإنزيمات. وتحصل البذرة على الطاقة اللازمة لذلك من هدم المواد الغذائية المعقدة عن طريق عملية التنفس، حيث يتحلل النشا بواسطة انزيم ألفا وبيتا أميليز α and β-amylase إلى مالتوز (سكر ثنائي) وسكر الجلوكوز، كما يتحول بعض من سكر الجلوكوز الناتج إلى سكروز بواسطة انزيم الإنفرتيز Invertase . كما تتحلل الدهون بواسطة انزيم الليبيز Lipase إلى جليسرول وأحماض دهنية، كما تتحلل الأحماض الدهنية بدورها

بواسطة انزيم البيروكسيديز. كما تتحلل المواد البروتينية المخزنة في البذور بواسطة انزيم البروتيز Protease إلى أحماض أمينية تدخل في نمو النبات.

٣- انقسام واستطالة الخلايا وبروز الجنين من البذرة

بعد تشرب البذرة للماء ونشاط الإنزيمات وإنشقاق غلاف البذرة يبدأ نمو الجنين، حيث تبدأ الهرمونات النباتية في النشاط، فتبدأ الجبريلينات بتنشيط إنزيمات التحلل، كما تقوم السيتوكينينات بتنشيط انقسام الخلايا مما يؤدي إلى تكشف الجذير والريشة من البذرة. كما تقوم الأكسينات بتشجيع النمو عن طريق إستطالة الجذير والريشة عن طريق توجيه الجذير إلى أسفل والريشة إلى أعلى.

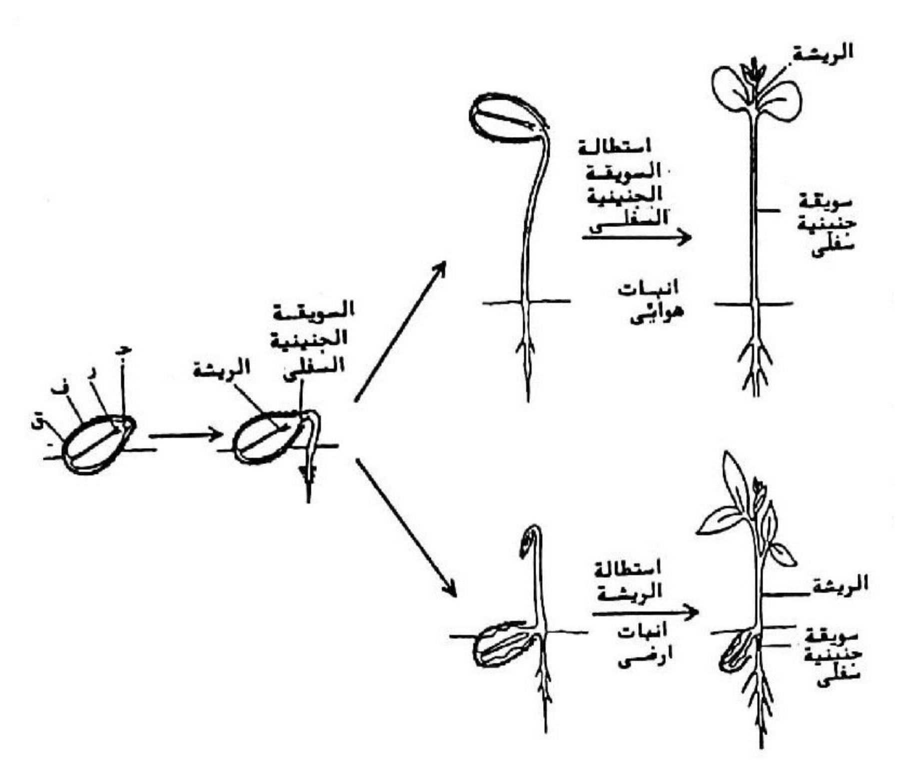
٤- تكوين الهيكل الأولي للنبات

عند بداية الإنبات ينمو الجذير بمعدل أسرع من نمو الريشة، ولذلك فإنه يكون أول أجزاء الجنين التي تتكشف من غلاف البذرة، وهذا له أهمية في سرعة تثبيت البادرة في التربة وامتصاص الماء والعناصر الغذائية.

وفي بذور النباتات ذات الفلقة الواحدة والتابعة للعائلة بواسي (النجيلية) يخرج الجذير محاطا بغمد الجذير، وبمجرد خروجه من غلاف الحبة يبدأ في التفرع وهذا يعمل على زيادة السطح المعرض للإمتصاص والتلامس مع التربة، وبمجرد ظهور الريشة فوق سطح التربة يتوقف غمد الريشة عن النمو بينما تستمر الريشة في نموها.

وهناك نوعين من انبات البذور ليس لهما علاقة بتركيب البذرة هما:

١- **إنبات هوائي**: وفيه تنمو السوبقة الجنينية السفلى حاملة معها الفلقتين وبينهما الريشة فوق سطح التربة (شكل ١٥-٢) وبمجرد تعرض الفلقتين للضوء، يتحول لونها إلى اللون الأخضر، ويبدآن في التمثيل الضوئي، وبمجرد تكوين أول ورقة خضرية على النبات تجف الفلقتان، والمثال على ذلك، نبات الترمس والبرسيم الحجازي والقطن والخروع من نبات ذوات الفلقتين والبصل من النباتات ذات الفلقة الواحدة.



شكل (١٥-٢). إنبات هوائي، وإنبات أرضي في البذور المختلفة، (ق= القصرة، ف= الفلقات، ر= الريشة، جـ= الجذير).

٢- **إنبات أرضي**: وفيه لا تستطيل السويقة الجنينية السفلى، ولذلك فتظل الفلقتين أسفل سطح التربة، بينما تستطيل السويقة الجنينية العليا وتدفع الريشة فوق سطح التربة (شكل ١٥-٢). والمثال على ذلك نبات الفول البلدي ومحاصيل الحبوب المختلفة ومنها الذرة والقمح وغيرها.

العوامل التي تؤثر على انبات بذور المحاصيل تحت ظروف الحقل

لكي يتم إنبات البذور تحت ظروف الحقل، فلا بد من توافر مجموعتين من العوامل الضرورية للإنبات هما:

أولا- العوامل البيئية ثانيا-عوامل خاصة بالبذور نفسها

أولا- العوامل البيئية الضرورية للإنبات

أ-الماء

تحتوي البذور الجافة على ٨-١٤% ماء، وهذه الكمية لا تكفي لإنباتها، ولذلك فتمتص البذور الماء بنسبة تتراوح بين ٣٠-٤٠% من وزنها حتى يتم الإنبات. ويمتص الجنين كمية من الماء أكبر مما يمتصها الإندوسبرم.

وعموما- يعتبر الماء ضروري لتليين غلاف البذرة وتسهيل خروج الجنين منها، كما أن الماء ضروري لتنشيط الإنزيمات والهرمونات الموجودة بالبذرة كما سبق أن ذكرنا.

ب- الأكسجين

تنبت كل بذور محاصيل الحقل في جو يحتوي على ٢٠% أكسجين. ولقد وجد أن كمية الأكسجين اللازمة لإنبات البذور تختلف باختلاف المحاصيل المختلفة، فهناك بذور بعض المحاصيل يمكنها أن تنبت في غياب الأكسجين، كما هو الحال في حبوب الأرز، بينما يزداد إنبات بذور نباتات أخرى بزياده تركيز الأكسجين حول البذور، وكلما انخفض تركيزه كلما انخفضت نسبة الإنبات حتى يتوقف في النهاية، ولذلك فإن أحد أسباب عدم انبات البذور عند زراعتها على عمق كبير أو في أرض مغمورة بالماء هو عدم توفر الأكسجين اللازم لإنباتها (ماعدا الأرز).

ومن الجدير بالذكر، أن محتوى التربه من الرطوبة يرتبط ارتباطا عكسيا مع محتواها من الأكسجين، إذ أن زيادة محتوى التربة من الرطوبة يؤدي إلى نقص محتواها من الأكسجين، وهذا يؤدي إلى نقص نسبة إنبات البذور (ما عدا الأرز).

جـ- درجة الحرارة

يحتاج إنبات بذور كل محاصيل الحقل إلى الحرارة، وتختلف درجة الحرارة اللازمة للإنبات باختلاف أنواع وأصناف المحاصيل المختلفة. وإن لكل محصول ثلاث درجات حرارة رئيسية هي:

١- درجة الحرارة الدنيا Minimum temperature: وهي أقل درجة حرارة يحدث عندها إنبات ٥٠% من البذور فقط.

وعموما، تكون درجة الحرارة الدنيا اللازمة لإنبات بذور الأنواع النباتية، التي تنمو في المناطق المعتدلة، مثل القمح أقل من تلك اللازمة لإنبات بذور

النباتات، التي تنمو في المناطق الإستوائية وشبه الإستوائية مثل الذرة الشامية. كما هو بجدول (١٥-١).

جدول (١٥-١). درجات الحرارة الرئيسية لإنبات بذور بعض محاصيل الحقل الهامة

المحصول	درجات الحرارة الرئيسة (ْم)		
	الدنيا	المثلى	العظمى
الأرز	١٠ـ١٢	٣٠ـ٣٢	٣٦ـ٣٨
الذرة الشامية	٨ـ١٠	٣٢ـ٣٥	٤٠ـ٤٤
الذرة الرفيعة	٧ـ٨	٣٥	٤٠ـ٤٤
القمح	٣ـ٥	٢٥	٣٠ـ٣٢
الشعير	٣ـ٥	١٩ـ٢٧	٣٠ـ٣٢
الراي	٣ـ٥	٢٥ـ٣٩	٣٠ـ٤٠
الكتان	٢ـ٣	٢٥	٣٠
القطن	١٢	٣٢	٤٠
زهرة الشمس	٨ـ٩	٢٨	٣٥
الخروع	٤ـ١٥	٣١	٣٥ـ٣٦
البصل	صفر	٢٥	٣٥
بنجر السكر	٤ـ٥	٢٥	٣٠
البرسيم الحجازي	١	٣٠	٣٧

٢- درجة الحرارة المثلى Optimum temperature: هي درجة الحرارة التي يحدث عندها أعلى نسبة إنبات للبذور.

٣- درجة الحرارة القصوى Maximum temperature: وهي أعلى درجة حرارة يحدث عندها إنبات ٥٠% من البذور فقط.

كيفية التغلب على درجة الحرارة المرتفعة للتربة أثناء الإنبات

في المناخ الجاف يمكن التغلب على درجة الحرارة المرتفعة للتربة أثناء الإنبات والتي قد تؤدي إلى نقص نسبة الإنبات عن طريق بعض العمليات الزراعية الآتية:

١- **تكرار الري:** حيث يؤدي تكرار الري إلى خفض درجة حرارة التربة، فقد وجد أن إعطاء رية أو ريتين يوميا يعمل على خفض درجة حرارة التربة إلى الدرجة التي يمكن أن تنبت بذور المحاصيل الحساسة لدرجة الحرارة الرتفعة أثناء إنباتها.

٢- **تغطية سطح التربة:** يمكن خفض درجة حرارة التربة عن طريق تغطيتها ببعض المواد مثل القش والورق والبلاستيك الأسود وغيرها. كما أن تغطية سطح التربة تعمل على خفض فقد الماء عن طريق البخر،كما أنها تساعد على مقاومة الحشائش (راجع الباب الثالث عشر).

٣- **زراعة أصناف مقاومة لدرجات الحرارة الغير مناسبة:** تختلف أصناف المحاصيل المختلفة في درجة تحملها لدرجة الحرارة المرتفعة الغير مناسبة أثناء إنبات بذورها، وعلى سبيل المثال، تتحمل أصناف القمح القصيرة الساق درجات الحرارة المرتفعة أثناء إنباتها عن الأصناف طويلة الساق.

٤- **معاملة البذور قبل زراعتها:** لقد وجد أن تعريض البذور قبل زراعتها لدرجات حرارة منخفضة (٣°م) لمدة ثلاثة أسابيع أدت إلى إنبات البذور في درجات حرارة حتى ٣٠°م.

ومن الجدير بالذكر، أن هناك بعض المحاصيل الصيفية قد تزرع مبكرا في درجة حرارة منخفضة نسبيا مثل القطن وهذا قد يؤدي إلى نقص نسبة إنبات البذور، وللتغلب على هذه المشكلة وخصوصا عند الزراعة في الأراضي الطينية، يلجأ الزراع إلى تغطية الجور التي يتم زراعتها بالرمل وهذا يؤدي إلى رفع درجة الحرارة نسبيا حول البذور، وإذا تعذر ذلك فيجب الزراعة في الميعاد المناسب بحيث يتلاءم ميعاد الزراعة مع درجات الحرارة المثلى للإنبات.

د- الضوء

إن معظم بذور محاصيل الحقل لا تحتاج إلى الضوء لإنباتها، ولكن بذور بعض المحاصيل تحتاج إلى الضوء ولو لفترة قصيرة حتى تنبت مثل بذور الخس، كما يشجع الضوء إنبات بذور بعض المحاصيل الأخرى مثل البصل والشعير، ولكن هناك بعض المحاصيل التي لا يتأثر إنباتها بالضوء مثل الفول والذرة وغيرها ولذلك فإنها تزرع على عمق من سطح التربة بعيدا عن الضوء.

ثانيا- عوامل خاصة بالبذور نفسها

إن أهم الصفات الخاصة بالبذور والتي تؤثر على إنباتها هي حيوية البذور، وسكونها.

أ- حيوية البذور Seed viability

تعبر حيوية البذور عن قدرة البذور على الإحتفاظ بحيويتها والإنبات وتكوين بادرة طبيعية. وكلما كانت البذور ذات حيوية عالية، كلما زادت سرعة إنباتها في الحقل، وكلما كان تكشفها قويا.

ب- سكون البذور Seed dormancy

يعرف سكون البذور بأنه عدم إنباتها حتى لو وضعت في ظروف مثلى لإنباتها. ويعزي سكون البذور إلى أحد الأسباب الآتية:

١- عدم نفاذية غلاف البذور للماء لدرجة لا تسمح للجنين بالنمو، وهذه الظاهرة موجودة في بذور نباتات العائلة البقولية والخبازية وغيرها.

٢- نقص تبادل الغازات خلال غلاف البذرة وخصوصا الأكسجين، ومن الأمثلة على ذلك بذور نباتات محاصيل الحبوب.

٣- وجود مثبطات الإنبات في غلاف الثمرة، كما هو الحال في ثمار بنجر السكر، ولقد وجد أن هذه المثبطات غير فعالة عند الزراعة تحت ظروف الحقل لأنها تفقد مع ماء الرشح بعيدا عن الثمار.

٤- عدم إكتمال نمو الجنين فسيولوجيا، فقد يكتمل نمو البذرة وما زال الجنين لم يكتمل نموه بعد، كما هو الحال في حبوب الذرة الشامية.

ومن الجدير بالذكر، أن وجود أو عدم وجود السكون في بذور أي صنف تحدده العوامل الوراثية، كما يتأثر بالعوامل البيئية التي تنضج فيها البذور.

كسر طور السكون

يمكن كسر طور السكون بطرق مختلفة أهمها ما يلي:

١- **كسر أغطية البذور الصلدة**، ويتم ذلك عن طريق خربشة القشرة ميكانيكيا عن طريق وضع البذور في اسطوانات مبطنة بمادة الكاربوراندم ثم تقلب. أو معاملة البذور كيماويا بحامض كبريتيك مركز (٧٥%).

ومن الجدير بالذكر أنه عند زراعة البذور ذات الأغلفة الصلدة في التربة تحت ظروف الحقل، تقوم بعض الميكروبات والفطريات بتحليل الأغلفة الثمرية.

٢- **تعريض البذور عند إنباتها إلى الضوء**، كما هو الحال في الخس والدخان وبعض أنواع محاصيل العلف والمراعي النجيلية، وغيرها.

٣- **إزالة مثبطات الإنبات الذائبة في الماء والموجودة في البذور أو في الثمار**، عن طريق غسل الثمار لمدة ١-٢ ساعة في ماء جاري.

٤- **معاملة البذور بالمواد الكيميائية**، حيث يمكن كسر السكون في بذور بعض المحاصيل مثل الفول السوداني عن طريق نقعها في محلول من حمض الجبريليك. كما وجد أن الكينيتين فعالا في كسر السكون في بذور أنواع نباتية مختلفة.

٥- **تخزين البذور لفترة مناسبة**، لكسر السكونالناتج عن عدم نضج الجنين وذلك لاستكمال نضجه.

إختبارات (تقييم) إنبات التقاوي

هناك العديد من المقاييس التي تعبر عن جودة الانبات سواء في المعمل أو الجقل وأهمها ما يلي:

أولا- نسبة الإنبات Germination percentage

إن التعرف على نسبة انبات البذور قبل زراتها في الحقل يفيد في تحديد كمية التقاوي اللازمة لزراعة مساحة معينة من الأرض. وتقدر نسبة الإنبات من المعادلة الآتية:

$$\text{نسبة الإنبات} = \frac{\text{عدد البذور النابتة}}{\text{العدد الكلي للبذور}} \times ١٠٠$$

ثانيا- إختبار قوة إنبات البذور Seed vigour test

لقد سبق أن ذكرنا أن أهمية اختبار الإنبات هو تقدير عدد البادرات الطبيعية التي تنتج من زراعة عدد معين من البذور، ولكن وجد في كثير من الحالات أن بعض البذور المأخوذة من عينات مختلفة وذات نسبة انبات متماثلة تقريبا في المعمل، قد أعطت نتائج مختلفة تحت ظروف الحقل، وهذا يعني أن اختبار الإنبات الذي يجري في المعمل لا يعطي قيمة حقيقية لنسبة انبات البذور في الحقل، ويرجع ذلك أساسا إلى أن إختبار الإنبات يجري تحت ظروف مثلى متحكم فيها في المعمل والتي تختلف غالبا عن تلك الموجودة

تحت ظروف الحقل. ولذلك فقد استخدمت اختبارات أخرى يمكن عن طريقها التنبؤ بنسبة الإنبات في الحقل وبذلك يمكن الحصول على العدد الأمثل من النباتات في وحدة المساحة من الأرض، ولقد أطلق على هذه الاختبارات بـ" إختبار قوة إنبات البذور Seed vigour test".

وأن الفكرة في اختبارات قوة إنبات البذور هو أن البذور ذات قوة الإنبات العالية هي التي يكون لها القدرة الأعلى على الإنبات والتكشف فوق سطح التربة والنمو تحت الظروف المعاكسة في الحقل وتعطي الكثافة النباتية المثلى المتوقعة، ولذلك فإن اختبارات قوة إنبات البذور هو اختبار لكل صفات البذرة التي تساعدها غلى الإنبات والتكشف تحت الظروف المعاكسة في الحقل.

طرق إختبارات قوة الإنبات

هناك عدة طرق لإختبار قوة إنبات البذور، وفيها تجرى الإختبارات عادة تحت ظروف مماثلة تقريبا للظروف التي تزرع فيها البذورفي الحقل، ونذكر منها ما يلي:

١- استخدام غطاء من الحصى فوق البذور: وفي هذه الطريقة توضع فوق البذور طبقة من الحصى المبلل بسمك ٣٠مم، وحيث أن هذه الطبقة من الحصى تعيق تكشف واستطالة البادرات فإن البادرات التي تتكشف وتنمو من خلالها تكون قوية وسليمة وطبيعية.

٢- قد يستخدم بدلا من الحصى في الطريقة السابقة طبقة من الرمل والورق.

٣- قد يجرى اختبار قوة إنبات البذور تحت درجات حرارة منخفضة لقياس قدرة البذور على الإنيات في درجات الحرارة المنخفضة ويطلق عليه Cold test.

وهناك طرق أخرى غير مباشرة لتقدير قوة إنبات البذور

سرعة الإنبات Germination Speed

من المعروف أن البذور سريعة الإنبات تتكشف بادراتها بسرعة فوق سطح التربة وتكون البادرات قوية ولها القدرة على الهروب من الإصابة بالآفات ومقاومة الحشائش والظروف البيئية السيئة.

ويفيد إختبار تقدير سرعة الإنبات في إمكانية التمييز بين عينات من التقاوي متساوية في نسبة الإنبات ولكنها مختلفة في سرعة الإنبات.

وإن أبسط طرق تقدير سرعة الإنبات هو عمل عد للبذور النابتة على فترات محددة، وذلك قبل اكتمال الإنبات، حيث يتم العد كل يوم حتى يكتمل الإنبات، ثم تحسب سرعة الإنبات بالطرق الآتية:

١- حساب سرعة الإنبات باستعمال معادلة بارتلت كالآتي:

$$\text{سرعة الإنبات} = \frac{\text{أ} + (\text{أ}+\text{ب}) + (\text{أ}+\text{ب}+\text{جـ}) + (\ldots\ldots\ldots)}{\text{ن}\ (\text{أ}+\text{ب}+\text{جـ}+\ldots\ldots\ldots\ldots)}$$

حيث أن:

أ،ب،جـ،........... = عدد البذور النابتة عند أول وثاني وثالث عد وهكذا

ن = عدد مرات العد

وتشير الأرقام الناتجة إلى أرقام نسبية عبارة عن جزء من الواحد الصحيح وكلما زاد المقدار الناتج كلما كانت سرعة الإنبات عالية.

٢- حساب سرعة الإنبات باستعمال معادلة واردل Wardle وآخرون (١٩٩٣) كالآتي:

$$S = \frac{N_1}{T_1} + \frac{N_2}{T_2} + \frac{N_3}{T_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{N_K}{T_K}$$

حيث أن:

S = سرعة الإنبات

N_1 ، N_2 ، N_3 ، N_K ، عدد البذور النابتة عند العد الأول والثاني والثالث وعند العد الأخير على الترتيب (عدد البذور النابتة عند كل عد = عدد البذور النابتة بين العد الحالي والعد السابق له)

T_1 ، T_2 ، T_3 ، T_K = عدد الأيام المنقضية من تاريخ زراعة البذور عند العد الأول والثاني والثالث وعند العد الأخير على الترتيب.

وكلما زاد الرقم الناتج من هذه المعادلة كلما كانت هذه البذور أسرع إنباتا.

الباب السادس عشر

الدورة الزراعية
التكثيف الزراعي – التحميل
Crop Rotation – Cropping intensification - Intercropping

أ.د/ محمد الأسمر الهواري

الدورة الزراعية

تعرف الدورة الزراعية بأنها عبارة عن زراعة محصول ما بالتبادل مع محاصيل اخرى فى نفس المساحة من الأرض وفى مدة زمنية محددة . او بمعنى اخر الدورة الزراعية هي تعاقب او تتابع زراعة المحاصيل المختلفة فى منطقة معينة ولمدة محددة.

فوائد الدورة الزراعية

١- اعادة خصوبة التربة التى تتدهور بزراعة المحاصيل المجهدة للتربة مثل الحبوب والالياف وذلك بتبادل زراعتها مع المحاصيل البقولية التى تضيف النتروجين والمحاصيل النجيلية العلفية التى تضيف المادة العضوية .

٢- تساعد على الحد من انتشار الحشائش والأعشاب المصاحبة لمحصول معين.

٣- تساعد على الحد من انتشار الأمراض والحشرات والآفات الزراعية نظرا لتنوع المحاصيل بغياب العائل.

٤ - تساعد على استفادة المحاصيل من العناصر الغذائية المختلفة في التربة نتيجة اختلاف كمية ونوعية احتياجاتها الغذائية.

٥- حماية سطح التربة من عوامل التعرية والاستفادة من جميع طبقات التربة.

٦- حفظ توازن العناصر الغذائية بالتربة وتنظيم استهلاكها .
٧- تساعد على امداد واستهلاك المادة العضوية بالتربة.
٨- تساعد على تنظيم استعمال الأسمدة مما يتضمن الإنتاج الأفضل بأقل التكاليف.
٩- تمكن من تبادل المحاصيل المتباينة وتنسيق العمليات الزراعية.
١٠- تحسين الخواص الطبيعية للتربة.
١١- زيادة معدل اشغال الارض لاطول وقت من السنة .
١٢- تنظيم وتوزيع العمل المزرعى وتوفير العمالة .
١٣- تنويع وتوزيع مصادر الدخل القومى .
١٤- زيادة المحصول ورفع خواص جودته.

مصطلحات الدورة الزراعية

١- التركيب المحصولى :عبارة عن عدد او أسماء المحاصيل مقرونة بمساحاتها والمدة التى يتم تطبيق الدورة خلالها. ويتحكم فى تحديد التركيب المحصولى عدة عوامل اهما ما يلى :-

أ – النمط الزراعي السائد
ب – الأهمية النسبية للمحاصيل المختلفة (الميزة الاقتصادية).
جـ – اختلاف المحاصيل الملائمة للبيئة فى حاجتها للماء .
د- درجة تكامل الإنتاج النباتى.
هـ – توفر مستلزمات الإنتاج للمحاصيل المختلفة .
و- الاعتبارات الاقتصادية والإستراتيجية للمحاصيل .

٢- النظام المحصولى: عبارة عن تقرير شامل لاسلوب الدورة الزراعية من حيث عدد السنوات وطبيعة الاستغلال.

٣- المساحة الحقلية:هى اجمالى الاراضى الزراعية القابلة للزراعة باى نوع من الإنتاج النباتى دون احتساب المراعى المستديمة والغابات والاراضى البور المتخللة للاراضى الزراعية او تلك التى تشغلها منافع عام مثل المخازن والسكن وحظائر المواشى.

٤- المساحة المحصولية :هى اجمالى المساحات المنزعة بالمحاصيل المختلفة فى مواسم الزراعة المختلفة مثل الصيفية والشتوية والنيلية وتضم

ايضا المساحات المشغولة بالمحاصيل المعمرة مثل القصب وعلف الفيل واشجار الفاكهة.

٥- معدل التكثيف : عبارة عن اجمالى المساحة المحصولية مقسوما على المساحة الحقلية.

تاثير المحصول السابق على المحصول اللاحق فى الدورة الزراعية.

ان للمحصول او المحاصيل السابقة تاثير على إنتاجية المحاصيل اللاحقة ويرجع ذلك للاسباب التالية :

١- اختلاف الاحتياجات الغذائية للمحاصيل مما يؤثر على خصوبة التربة.

٢- تغيير رقم حموضة التربة pH حيث تختلف جذور النباتات فى رقم حموضتها فهو مرتفع فى النجيليات ومنخفض فى القوليات.

٣- افراز مواد سامة تؤثر على انبات ونمو المحصول اللاحق .

٤- ترك مخلفات غنية بالكربوهيدرات تختلف فى نسبة الكربون الى النتروجين وكلما كانت النسبة كبيرة نشطت البكتيريا وقامت بتثبيت النتروجين باجسامها مما يصعب امتصاصه بواسطة المحصول اللاحق .

تصميم الدورة الزراعية

يقصد بتصميم الدورة الزراعية اختيار المحاصيل وتحديد مساحة كلا منها وترتيب وتعاقب زراعتها على ان يحصل المزارع على اعلى ربح ، وعند تصميم الدورة الزراعية يجب مراعاة النقاط التالية :

١- اختيار المحاصيل الملائمة لنوع الأرض .

٢- التعرف على مناخ المنطقة واختيار المحاصيل المناسبة للظروف الجوية.

٣- توافق عمليات الري والصرف لمحاصيل الدورة .

٤- مدى توافر الأيدي العاملة فى المنطقة .

٥- زراعة المحاصيل الدارجة فى المنطقة واحتياجات السوق .

٦- الالتزام بالتركيب المحصولى الذي تقرره الدولة .

الخطوات المتبعة عند تصميم الدورة الزراعية :

١- اختيار قائمة المحاصيل ٢- تحديد مساحة كل محصول

٣- احتساب مدة الدورة وهى المدة التى تنقضي بين زراعة المحصول الرئيسي وإعادة زراعته فى نفس القطعة وتحسب كما يلى :.

مدة الدورة = مدة مكث المحصول الرئيسى فى الأرض ÷ نسبة ما يشغله من الأرض

على ان تحسب مدة مكث المحصول الرئيسي بالسنوات حتى وان قلت عن السنة .

٤- تحديد عدد اقسام ارض الدورة، وتحدد كما يلى :

عدد اقسام الدورة = مدة الدورة ÷ مدة مكث المحصول الرئيسي فى الأرض

وغالبا مايكون عدد الاقسام يساوى عدد سنوات الدورة

امثلة على تصميم الدورات الزراعية

١- الدورة الثنائية

فيما يلي تصميم دورة زراعية يشغل القطن نصف مساحة الأرض ويزرع البرسيم فى نصف المساحة والقمح فى النصف الآخر

مدة الدورة = مدة مكث القطن بالارض ÷ نسبة المساحة التى يشغلها القطن = ١÷ ١/٢ = ٢ سنة

عدد اقسام الأرض = مدة الدورة / مدة مكث القطن بالاض = ٢/١ = ٢

السنة الاولى	السنة الثانية
المحصول الرئيسي (**القطن**)	البرسيم ٥٠ % + القمح ٥٠%
البرسيم ٥٠ % + القمح ٥٠%	المحصول الرئيسي (**القطن**)

٢- الدورة الثلاثية

صمم دورة زراعية يشغل القطن ٣٣.٣% المساحة والفول البلدى ٣٣.٣٣ % المساحة والقمح ٣٣.٣٣ % .

الحل

مدة الدورة = مدة مكث المحصول الرئيسي فى الأرض ------------------------------------ نسبة ما يشغله من الأرض = ١ ÷ ١/٣ = ٣ سنة

عدد اقسام الأرض = مدة الدورة ------------------------- مدة مكث القطن بالاض = ٣ ---------- ١ = ٣

السنة الاولى	السنة الثانية	السنة الثالثة
القطن	**القمح**	**الفول البلدى**
الفول البلدى	**القطن**	**القمح**
القمح	**الفول البلدى**	**القطن**

٣- دورة قصب السكر

قصب السكر من المحاصيل المعمرة ويتم تقطيعه سنويا لمدة ثلاث سنوات (قصب غرس – خلفة اولى – خلفة ثانية) لذلك له دورة خاصة.

فيما يلي دورة زراعية يشغل فيها القصب ٥٠ % من المساحة والقمح ٢٠% والبرسيم ٢٠% والفول البلدى ١٠ %.

$$\text{مدة الدورة} = \frac{\text{مدة مكث المحصول الرئيسي فى الأرض}}{\text{نسبة ما يشغله من الأرض}} = ٣ \div \frac{١}{٢} = ٦ \text{ سنة}$$

$$\text{عدد اقسام الأرض} = \frac{\text{مدة الدورة}}{\text{مدة مكث القصب بالاض}} = \frac{٦}{١} = ٦$$

السنة الاولى	السنة الثانية	السنة الثالثة	السنة الرابعة	السنة الخامسة	السنة السادسة
قصب غرس	قصب خلفة اولى	قصب خلفة ثانية	برسيم	قمح	فول
قمح	برسيم	فول	قصب غرس	قصب خلفة اولى	قصب خلفة ثانية
برسيم	فول	قمح	فول	برسيم	قمح
فول	قمح	برسيم	قمح	فول	برسيم

التكثيف الزراعي Cropping intensification

تعتبر الزيادة المضطردة فى عدد السكان فى مصر من أهم المشاكل التى تسبب نقص الغذاء وذلك بسبب مساحة الأرض المحدودة التى لا تتناسب مع الزيادة السنوية فى عدد السكان الأمر الذى يؤدى إلى صعوبة توفير الاحتياجات الغذائية مع استخدام الأساليب الزراعية القديمة للوصول إلى أعلى إنتاجية للمحاصيل الزراعية للوفاء باحتياجات السكان الغذائية.

لذا اتجهت الأبحاث والدراسات إلى العمل على سد الفجوة بين إنتاج واستهلاك المواد الغذائية ومن اهم النتائج والتوصيات لهذه الدراسات هو زيادة إنتاجية وحدة المساحة اى التوسع الراسي فى الاراضى القديمة وحديثة الاستزراع. ولقد كان الاتجاه للتكثيف الزراعى ضرورة حتمية تحت تلك المتغيرات المستمرة والتى تزيد بمرور السنين.

يهدف التكثيف الزراعى إلى الاستغلال الأمثل لكل الموارد المتاحة والتى يمكن استخدامها وتوجيهها لرفع الإنتاجية بأقصى ما يمكن، لذا يعرف التكثيف الزراعى بتعظيم الإنتاج بالاستغلال الامثل من عوامل الإنتاج مثل الأرض والماء والاسمدة وغيرها ويمكن تحقيق ذلك عن طريق مايلى .

١- زيادة إنتاجية وحدة المساحة من المحاصيل المنزرعة، وذلك بإنتاج أصناف جديدة من المحاصيل عالية الإنتاجية وزراعتها تحت افضل ظروف لتمكنها من تحقيق أعلى إنتاجية لوحدة المساحة.

٢ – زراعة اكثر من محصول في نفس مساحة الأرض في نفس السنة، أو ما يعرف بالتحميل

إلا أن يتوقف نجاح التكثيف على توافر مجموعة من العوامل مثل الظروف المناخية الملائمة، ومياه ري كافية، وكفاءات بشرية، وخصوبة الأرض، وشروط متعلقة بطبيعة المحاصيل المحملة.

أنماط التكثيف:

أولا- التحميل.

ثانيا- زيادة كثافة النباتات.

اولا- التحميل Intercroppin

يعرف التحميل بانه زراعة محصولين أو أكثر فى نفس الأرض في نفس موسم النمو او جزء منه ، ويسمى المحصول الأصلي بالمحصول الرئيسي والمحصول المحمل بالمحصول الثانوي، مثل زراعة البصل محملا على القطن، أو زراعة اللوبيا محملا مع السورجم، أو فول الصويا محملا مع الذرة، أو البرسيم مع الشعير.

أنواع التحميل

١- التحميل الجزئي

يقصد به زراعة محصول أو أكثر تحميلا متداخلا مع المحصول الرئيسي فى خلال مراحل نموه العظمى.

أمثلة التحميل الجزئي :

أ - التحميل الجزئي للقطن على الفول البلدي.

ب - التحميل الجزئي للقطن على البصل.

تتم زراعة الفول البلدى او البصل فى ميعادهما الاصلى ثم يزرع القطن فى ميعاده المناسب وذلك قبل ميعاد حصاد الفول او البصل بفترة وجيزة ثم يتم حصاد الفول او البصل ويترك القطن يكمل موسم نموه. والغرض من هذا التحميل هو عدم امكانية زراعة المحصولين على التوالى اذ ان تاخير زراعة القطن إلى ما بعد حصاد الفول او البصل يسبب نقصا كبيرا فى إنتاجية محصول القطن .

٢- التحميل المتزامن

يقصد به زراعة المحصول الرئيسي مع المحاصيل المحملة ويقضى معظم فترات النمو لكلا المحصولين معا .

ومن أمثلة التحميل المتزامن:

-التحميل المتزامن للسمسم مع القطن.

-الفول البلدى مع بنجر السكر.

٣- التحميل المختلط

يقصد به التحميل بدون نظام للمحصولين (الرئيسي والثانوي) وفى هذا النظام تستخدم التقاوي للمحصولين بخلطهما معا وزراعتهما بغير نظام مميز.

ومن أمثلة التحميل المختلط:

ا - خلط بذور البرسيم ببذور اللفت بنسب مختلفة ولكن قبل الحشة الأولى للبرسيم يتم تقليع اللفت.

ب - تحميل الشعير مع البرسيم.

٤-التحميل فى خطوط

يقصد به تحميل المحاصيل مع بعضها فى نظام محدد وواضح فى خطوط منفصلة أو على نفس الخط.

٥ -التحميل فى شرائح

ويقصد بهذا النظام من التحميل زراعة المحصول الرئيسي والثانوي فى شرائح وفى وقت واحد.

الشروط الواجب توافرها فى محاصيل التحميل

١- يجب أن تكون المحاصل المحملة من عائلات نباتية مختلفة وذلك لتقليل المنافسة مثل المحاصيل البقولية مع النجيلية.

٢- وجود توافق بين المحصول الرئيسي والمحمل عليه في معظم العمليات الزراعية والاحتياجات الغذائية .

٣- ويجب أن تكون الاحتياجات المائية للمحاصيل المحملة متقاربة طول مراحل النمو.

٤- يجب ان تختلف المحاصيل المحملة فى موعد نضجها الا اذا كانت من المحاصيل التى تفصل بذورها بسهولة مثل القمح والفول البلدى .

٥- يجب ان تختلف المحاصيل المحملة فى احتياجتها الضوئية .

٦ - أن تكون الاحتياجات السمادية للمحاصيل المحملةمتوافقة وغير متعارضة

٧- لا تكون عائلا لإصابة المحصول المحمل معه حتى يمكن توفير المقاومة للآفات والحشرات المرضية.

٨- يجب أن يتم حصاد المحصول الثانوي قبل المحصول الرئيسي.

فوائد التحميل

١- زيادة معدل الاستغلال الأرضي والزمني بزراعة اكثر من محصول فى نفس المساحة ونفس الزمن.

٢- زيادة إنتاجية وحدة المساحة من الأرض لكلا المحصولين المحمل والمحمل عليه عما لو زرع منفصلا.

٣- زيادة العائد الاقتصادي بحيث يمكن تلافى أضرار الاعتماد على زراعة محصول واحد.

٤- استغلال الأرض فى الفترات الاولى التى يقل فيها نمو المحصول الرئيسي مثل تحميل بعض المحاصيل الشتوية على قصب السكر .

٥ - تقليل التنافس بين المحاصيل المحملة مقارنة بتنافسها عند زراعة كل نوع نباتى على حده.

٦- الهروب من الإصابة بآفات بعض المحاصيل عن طريق الزراعة المبكرة.

٧- المحافظة على سطح التربة من عوامل التعرية والبخر.

٨- تعظيم الاستفادة من طبقات التربة المختلفة مع المحافظة على محتواها من العناصر الغذائية والعضوية.

٩- التوفير في عمليات الحرث وتجهيز الأرض.

١٠- التغلب على ظروف النمو السيئة خلال الفترات الأولى من حياة النبات.

١١- الاستفادة من كميات مياه الري وترشيد التسميد لمحاصيل التحميل.

١٢- تقليل التلوث البيئي للتربة والمنتج ومقاومة الحشائش بطرقة أكثر فاعلية .

١٣- تعظيم الاستفادة من طبقات التربة المختلفة مع المحافظة على محتواها من العناصر الغذائية والعضوية.

يمكن زيادة الكثافة النباتية فى وحدة المساحة كما يلى:

ا - زراعة أكثر من نبات في الجورة.

ب - تقليل المسافات بين الجوروبين الخطوط وبعضها.

أمثلة على التحميل:

١ - تحميل عدس على قصب.
٢ - تحميل القطن على البصل .
٣ - تحميل فول الصويا على الذرة الشامية.
٤- تحميل فول الصويا على القطن.
٥- تحميل السمسم على الفول السوداني.
٦ - تحميل الفول السوداني بين خطوط الذرة الشامية.
٧ - تحميل الفول البلدي على القصب.
٨ - تحميل المحاصيل الشتوية على القصب الخريفي.
٩ - تحميل فول الصويا على عباد الشمس.
١٠ - تحميل العدس على القرطم أو خس الزيت.
١١ - زراعة المخاليط العلفية.

ويعتبر الذرة الشامية محصول التحميل الأول فى مصر وذلك للاعتبارات التالية:

١- كبر المساحة المنزرعة منه والتى يمكن أن تقبل خطة متكاملة للتحميل.

٢- نظام زراعته على جانب واحد من الخط يعطى فرصة أكبر لاستغلال أفضل لوحدة المساحة لأن صفاته البيولوجية والمورفولوجية والفسيولوجية متميزة عن باقى أنواع المحاصيل والتى تعطيه القدرة على تعويض الكثافة النباتية وزيادة الإنتاجية للنبات الفردى على تحويل الطاقة الضوئية إلى مادة جافة. وصار الآن شعار المزارع تحميل أغلب المحاصيل تحت الذرة الشامية.

كيفية قياس كفاءة التحميل

أ -معدل كفاءة استغلال الارض:

من اهم المقاييس للاستدلال على نجاح تحميل المحاصيل ويطبق فى نظام التحميل الخطى بتطبيق المعادلة:

$$\frac{\text{المحصول المحمل (أ)}}{\text{المحصول النقى (أ)}} + \frac{\text{المحصول المحمل (ب)}}{\text{المحصول النقى (ب)}}$$

وإذا كان الناتج يزيد عن (١) فإن ذلك يدل على جدوى التحميل .وهو يوضح المساحة اللازمة من الأرض لكى تنتج المحاصيل التى حصل عليها المنتج من التحميل، فى حالة استخدام نظام الزراعة العادية غير المحمل.

ب -العدوانية Aggressivity

مقياس للعلاقات التنافسية عند تحميل محصولين ويوضح أداء الشريكين ومدى تميز كل منهما، وتطبق المعادلة:

$$\frac{\text{المحصول المحمل (أ)}}{\text{المحصول المتوقع (أ)}} - \frac{\text{المحصول المحمل(ب)}}{\text{المحصول المتوقع(ب)}}$$

والمحصول المتوقع يتم تقديره = بحاصل ضرب المحصول النقى x نسبة ما شغله المحصول المحمل

فأحدهما له قيمة موجبة والثانى له نفس القيمة ولكن برقم سالب .وإذا كان ناتج المعادلة صفرا فمعنى ذلك تساوى فى الاداء . ويطلق على المحصول ذو القيمة الموجبة بالسائد (Dominant) والمحصول ذو القيمة السالبة بالمسود (Dominated) وكلما زادت قيمة العدوانية دل ذلك على الاختلاف الكبير بين المحصول الناتج فعلا وبين المحصول المتوقع . واذا كانت قيمة العدوانية (صفر) دل ذلك على ان كلا المحصولين لهما نفس القدرة التنافسية ونفس الاداء (Performance) عند التحميل.

جـ- معامل الحشد النسبى Relative crowding coefficient (RCC):

يرمز لمعامل الحشد النسبى بالرمز (K) وفيه يتم حساب المعامل (K) بضرب معامل الحشد النسبى للمحصول الاول (Kab) x معامل الحشد للمحصول الثاني (Kba)

ويقدر معامل الحشد للمحصول الاول (a) باستخدام المعادلة التالية :-

$$K_{ab} = \frac{Y_{ab} \times Z_{ba}}{(Y_{aa} - Y_{ab}) \times Z_{ab}}$$

ويقدر معامل الحشد للمحصول الثانى (b) باستخدام المعادلة التالية:-

$$K_{ba} = \frac{Y_{ba} \times Z_{ab}}{(Y_{bb} - Y_{ba}) \times Z_{ba}}$$

حيث ان

النسبة التى شغلتها مساحة المحصول الاول (a) عند التحميل = Z_{ab}

النسبة التى شغلتها مساحة المحصول الثانى (b) عند التحميل = Z_{ba}

$$K = K_{ab} \times K_{ba}$$

إذا كان ناتج الضرب أكبر من (١) فهذا يعنى أن الناتج من التحميل أكبر من الزراعة النقية وهذا يحقق ميزة محصولية وجدوى من التحميل واذا كان اقل من (١) يدل على ان هذا نتيجة سلبية للتحميل واذا كان ناتج الضرب يساوى (١) دل ذلك على تساوى التحميل مع الزراعة النقية.

ثانيا- الكثافة النباتية

تعرف الكثافة النباتية بانها هى عدد النباتات الموجودة فى وحدة المساحة من الأرض . يتحدد عدد النباتات من المحاصيل التى تزرع نثرا من خلال حساب كمية التقاوى اللازمة لهذه المساحة مثل القمح والشعير والبرسيم , بينما يتحدد عدد النباتات من المحاصيل التى تزرع على خطوط بالمسافة بين الجور وعدد النباتات بالجورة والمسافة بين الخطوط مثل القطن والذرة الشامية والذرة الرفيعة الحبوب وبنجر السكر ودوار الشمس .

وترجع اهمية الكثافة النباتية إلى الوصول إلى اعلى إنتاجية للمحصول تحت الظروف البيئة المثلى للإنتاج واقل منافسة بين النباتات وبعضها فى نفس وحدة المساحة. وبم ان غلة وحدة المساحة تتحدد من عدد النباتات بها مضروبا فى غلة النبات الواحد ومن ذلك نجد ان هناك حد اقصى لإنتاج عدد النباتات ثم يتناقص الإنتاج لزيادة المنافسة بين النباتات مما يقلل إنتاجية النبات الواحد.

أهم العوامل التى تحدد الكثافة المثلى للنباتات ما يلى :

١- الصنف : تتوقف كثافة نباتات الصنف على تحمل نباتاته للتظليل وتقليل المنافسة بين النباتات وكذلك قدرة الصنف على التفريع فالاصناف قليلة التفريع تعطى محصولا اعلى عند زراعتها بكثافة عالية بعكس الاصناف غزيرة التفريع .

٢- خصوبة التربة وتوفر الرطوبة:. تزداد كثافة النباتات فى الاراضى الخصبة مع توفر الرطوبة اللازمة للنمو.

٣- ميعاد الزراعة :يزداد عدد النباتات فى الزراعة المبكرة لتوافر العوامل البيئية المناسبة .

٤- نظام توزيع النباتات فى الحقل : عندما يكون توزيع النباتات متجانسا يزداد اعتراض النباتات لمعظم ضوء الشمس ويعمل على سرعة تظليل سطح التربة وانخفاض درجة حرارتها مما يقلل البخر وكل ذلك يعمل على زيادة إنتاجية المحصول.

الباب السابع عشر

تحسين المحاصيل وإنتاج التقاوي

Crop Improvement and Seed Production

أ.د/ عبدالحميد محمد حسانين

إن منتج المحاصيل يسعى دائما لزيادة إنتاجه من وحدة المساحة للحصول على أكبر عائد اقتصادي من محصوله ويمكن تحقيق ذلك عن طريقين هما :

أولا : تحسين إنتاج المحصول عن طريق الاهتمام بعمليات خدمة المحصول من وقت تجهيز الارض للزراعة حتى الحصاد واهمها :

تجهيز مرقد جيد للتقاوي قبل الزراعة – اختيار طريقة الزراعة المناسبة لكل محصول في الاراضي المختلفة–والاهتمام بعمليات الخدمة بعد الزراعة وأهمها الري والتسميد ومقاومة الآفات وغيرها كما سبق أن ذكرنا. وهذا النوع من التحسين للمحصول يعتبر تحسينا مؤقتا ولا يورث ولكنه يتغير بتغير العوامل البيئية المتسببة فى ظهوره. وعلى سبيل المثال، اذا زرع صنف قمح فى ارض خصبة وتوافرت له كل الظروف المناسبة لنموه فانه سوف يعطى نباتات قوية النمو وتعطى محصولا مرتفعا، ولكن اذا زرع النسل الناتج منه فى ارض ضعيفة فليس من الضرورى ان تظهر فيه صفات قوة النمو والمحصول المرتفع. ولذلك فيطلق على هذه الاختلافات بالاختلافات البيئية Environmental Variations اي ان هذه الاختلافات (التصنيفات) البيئية تظهر بين النباتات ذات التركيب الوراثي الواحد بسبب تأثير الظروف البيئية المتغيرة والتي تنمو فيها النباتات مثل اختلاف محتوى التربة من الرطوبة وخصوبة التربة وغيرها، وهذه الاختلافات لا تورث.

ثانيا : تحسين المحصول عن طريق تربية المحاصيل: وذلك عن طريق استنباط اصناف جديدة من الاصناف الموجودة، تتميز بارتفاع المحصول ومقاومة الامراض واكثر ملائمة للظروف البيئية التى تزرع فيها. وتلبي احتياجات المنتج وتنتقل صفاتها من جيل الى آخر، وذلك بتطبيق قوانين الوراثة وقواعد التربية.

ويعتمد مربي النبات فى تحسين المحاصيل بهذه الطريقة على التصنيف الوراثي Genetic Variation والذي يرجع الى وجود اختلافات فى التركيب الوراثي وهو الذي يحدد صفات الفرد اذا زرع في بيئات مختلفة، وهذا لأنه اذا حصل المربي على صفات وراثية ممتازة لصنف ما فإن هذه الصفات تورث من جيل الى جيل اثناء اكثاره. وأن مهمة مربي النبات البحث عن مصادر التصنيف الوراثي فى المحصول المراد تحسينه ثم يبدأ فى برنامج التربيه الذي يختاره.

طرق التربية

توجد اربعة طرق لتربية نباتات المحاصيل :

١- طريقة الاستيراد
٢- طريقة الانتخاب
٣- طريقة التهجين
٤- طريقة زراعة الانسجة

أولا : طريقة الاستيراد Introduction

هى عبارة عن ادخال اصناف او سلالات المحاصيل عن طريق استيرادها من الخارج بغرض :
١- زراعتها كأصناف وذلك بعد اختيار مدى نجاحها فى الزراعة تحت الظروف المصرية. وفى عام ١٩٧٠ تم استيراد بعض اصناف القمح المكسيكية وقد ثبت نجاح بعض هذه الاصناف تحت الظروف المصرية وقد تميزت هذه الاصناف المكسيكية بسيقانها القصيرة نسبيا ومقاومتها للرقاد واستجابتها للتسميد الأزوتى العالى.
٢- استخدام هذه السلالات او الاصناف المستوردة كأصول للتربية عن طريق تهجينها مع اصناف محلية لاضافة صفة أو اكثر من الصفات المرغوبة وذلك للحصول على تراكيب وراثية جديدة منها والتى لا توجد فى الاصناف المحلية.

ومن الجدير بالذكر، أن كثيرا من الدول ومن اهمها أمريكا وروسيا والصين وبعض دول أوروبا تقوم بتجميع كل الاصناف والطرز لكل المحاصيل المنزرعة والبرية من جميع انحاء العالم والاستفادة منها فى تحسين المحاصيل وعمل بنوك للأصول الوراثية والتى يحتاج اليها المربي. وفي مصر تم انشاء البنك القومي للجينات عام ٢٠٠٤م National Gene Bank التابع لمركز البحوث الزراعية والذي يهتم بالمحافظة على التنوع الوراثي والبيولوجي النباتي والحيواني. حيث يقوم بتجميع الموارد الوراثية من

المحاصيل الحقلية من الانواع والاصناف المحلية المنزرعة والقديمة من كافة انحاء الجمهورية والحفاظ عليها وتقييمها وتوثيقها.

ثانيا: الانتخاب Selection

يعتبر الانتخاب من اقدم طرق التربية ، وما يزال هو الاساس لكل عمليات التحسين التى تجري علي النباتات وفيه يقوم مربي النبات بزراعة مجموعة من النباتات او السلالات من محصول ما، ثم يختار من النباتات تلك التى تحمل الصفات المرغوبة ويحصل على بذورها ويعيد زراعتها ويكرر عملية الانتخاب هذه، وهكذا. وعموما تتم عملية الانتخاب بالطرق الاتية :

١- الانتخاب الاجمالى Mass Selection

وفيه ينتخب المربي أحسن النباتات المنزرعة فى الحقل لصف ما، ثم تجمع بذور هذه النباتات المنتخبة معا، ثم يعاد زراعتها وتتكرر عملية الانتخاب الى ان يحصل المربي على عشيرة متجانسة تعتبر نواة لصنف جديد. وتتميز هذه الطريقة بسهولتها ولا تحتاج الى سجلات ولكنها تأخذ وقتا طويلا للوصول الى النتيجة المرغوبة.

٢- الانتخاب بواسطة تسجيل النسب Pedigree Selection
او الانتخاب الفردي Pure- Line Selection

تتم هذه الطريقة باختيار النباتات ذات الصفات المرغوبة، ثم تزرع بذور كل صنف على حدة، حتى يمكن تتبع نسل كل نبات من جيل الى اخر، ويتم استبعاد النباتات غير المرغوبة والابقاء على نسل النباتات الجيدة فقط، وفى النهاية تجمع كل البذور الناتجة من النباتات المرغوبة لتكون نواة لصنف جديد. وتعتبر هذه الطريقة مفيدة فى تحسين المحاصيل ذاتية التلقيح مثل القمح والشعير والارز ولكنها قليلة الاهمية فى تحسين المحاصيل خلطية التلقيح مثل الذرة الشامية.

ومن الجدير بالذكر، ان هذه الطريقة تستخدم أيضا فى تحسين المحاصيل التى تتكاثر خضريا مثل القصب، حيث يتم انتخاب العقل الجيدة ثم يبدأ المربي بإكثارها لتكون نواة لصنف جديد ويطلق علي هذه الطريقة طريقة انتخاب السلالات الخضرية Colonal Selection.

ثالثا: طريقة التهجين Hybridization (Crossing)

ان الهدف من عملية التهجين هو جمع الصفات الوراثية المرغوبة الموجودة فى سلالتين او صنفين أو اكثر فى النسل الناتج من التهجين. وبعد عملية التهجين يتم الانتخاب للصفات المرغوبة فى الاجيال الانعزالية، حيث يحدث انعزال للعوامل الوراثية ويتم عادة الانتخاب بطريقة تسجيل النسب السابق ذكرها. وعلاوة على ذلك، فقد ينتج من التهجين خلاف الجمع بين الصفات الجيدة فى النسل الجديد زيادة فى قوة النمو تعرف بقوة الهجين Hybrid Vigor والتى يتفوق فيها الهجين الجديد على أبويه فى قوة النمو والمحصول وكثير من الصفات المرغوبة وقد تصل الزيادة فى كمية المحصول الى اكثر من ٤٠% ، والمثال على ذلك أصناف الذرة الشامية مثل هجين فردى والذي ينتج من تلقيح سلالة نقية لصنف، مع سلالة نقية لصنف آخر ويتميز هذا الهجين بتفوقه فى المحصول عن الاصناف التى أخذت منها هذه السلالة النقية. وحاليا توجد أصناف هجن من الذرة الشامية والسورجم وزهرة الشمس والدخن وغيرها. وعند تهجين هجين فردي مع هجين فردى آخر ينتج عنه هجين زوجي.

ومن الجدير بالذكر، أن تقاوى الهجن الفردية تكون اغلي سعرا من تقاوى الهجن الزوجية نظرا لقلة كمية الحبوب الناتجة من الهجن الفردية، كما ان الاصناف الهجين لا يمكن للمزارع استخدامها كتقاوي بعد ذلك، لان النباتات الناتجة منها تكون أقل محصولا ولذلك فلابد من الحصول علي تقاوى الهجن من اماكن إنتاجها عند الرغبة فى زراعتها وذلك بعكس الاصناف مفتوحة التلقيح (العادية) والتى يمكن زراعتها من تقاوى ناتجة من موسم سابق.

رابعا: زراعة الانسجة Tissue Culture

تعتبر زراعة الانسجة فى الوقت الحاضر من المجالات التطبيقية الهامة فى تحسين المحاصيل، وهى عبارة عن زراعة جزء من النبات قد يكون جزء من الجذر أو الساق أو الاوراق او المتك او حبوب اللقاح على بيئة مغذية وتحت ظروف تشجع نموها وتكشفها. وعموما تحتوى البيئة المغذية على العناصر المغذية الكبري والصغري ويضاف الي هذه البيئة بعض منظمات النمو مثل الأكسينات التى تشجع تكوين الجذور ونموها، كما تضاف السيتوكينينات لتشجيع نمو الساق والبراعم والهرمونات التى توجه النبات لتكوين نسيج الكالس Callus وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا المنتظمة او

غير المنتظمة، وعند زراعة تلك الخلايا علي بيئة مغذية يمكن الحصول على العديد من النباتات التى تشبه نبات الام في تركيبها الوراثي فى وقت قصير. وتتم هذه العملية تحت ظروف معقمة ومتحكم فيها، ثم يتم نقل النباتات التى تكونت وأقلمتها للظروف البيئية الزراعية.

ومن الجدير بالذكر، أن هذا يتم انجازه في جيل او جيلين فقط وبذلك فلا نلجأ الي برامج التربية التقليدية التى تستغرق عدة سنوات. ولقد حققت هذه الطريقة تقدما كبيرا فى تحسين محاصيل الحقل والخضر والفاكهة وغيرها.

ومن أهم مزايا هذه الطريقة هو:

١- الحصول على عدد كبير جدا من النباتات المتماثلة فى تركيبها الوراثي للنباتات الأم فى وقت قصير جدا.

٢- إنتاج سلالات خالية من الامراض الفيروسية.

٣- يمكن زراعة الخلايا الجنسية (حبوب اللقاح) وإنتاج نباتات تحتوى علي نصف عدد الكروموسومات فى النبات الام ويتم مضاعفة عدد الكروموسومات باستخدام مادة الكولشيسين ليصبح عدد الكروموسومات مثل النبات الأم.

٤- النباتات الناتجة بهذه الطريقة تكون أصيلة ولذلك فيمكن الحصول على سلالات نقية خلال فترة زمنية قصيرة (خلال بضعة شهور) وبالتالى يمكن اختزال الفترة اللازمة لإنتاج الاصناف الهجين الجديدة باستخدام هذه السلالات النقية، وهذا يعتبر تقدما مذهلا فى تحسين المحاصيل.

إنتاج التقاوي الجيدة فى محاصيل الحقل

يعتبر استعمال التقاوى الجيدة من أهم عناصر زيادة إنتاج المحاصيل المنزرعة، اذ يؤدي استعمال تقاوى رديئة لصنف ما الى نقص كمية المحصول الناتج منه مهما توافرت عناصر الإنتاج العالى الاخرى مثل الري والتسميد ومقاومة الحشائش وغيرها. وتعرف التقاوى بأنها عبارة عن أي جزء من أجزاءالنبات يستخدم فى تكاثره، فقد تكون التقاوى بذورا حقيقية كما هو الحال فى القطن والفول والكتان وغيرها، أو تكون ثمارا تحتوى على بذرة واحدة مثل حبوب القمح والذرة والشعير أو تكون ثمارا تحتوى على أكثر من بذرة واحدة كما هو الحال فى بنجر السكر، وقد تكون التقاوى عبارة عن أجزاء خضرية وذلك فى المحاصيل التي يمكن أن تتكاثر خضريا مثل عقل الساق فى قصب السكر والبصيلات فى البصل ودرنات البطاطس وغيرها.

الشروط الواجب توافرها فى التقاوى الجيدة

أولا :- يجب أن تكون التقاوى المستخدمة للزراعة من صنف جيد، ويتميز الصنف الجيد بالآتى:-

١- ان يكون موافق للبيئة والمنطقة التى سوف يزرع بها، اذ تختلف الاصناف المختلفة عن بعضها فى قدرتها على النجاح فى ظروف بيئية معينة، وعلى سبيل المثال، تنجح زراعة أصناف بعض محاصيل الحقل في شمال الدلتا بينما لا تجود زراعتها فى الوجه القبلي.

٢- أن يكون الصنف ذو قدرة على الإنتاج العالى، وهذه صفة وراثية خاصة بالصنف يظهرها اذا زرع فى البيئة الملائمة له.

٣- أن يكون الصنف مقاوما للآفات، فالصنف الذي يتمتع بصفات مقاومة لمرض ما يكون محصوله مرتفع بالمقارنة بالصنف القابل للاصابة بالمرض.

٤- أن يكون الصنف ذو استجابة عالية للتسميد العالى وخصوصا التسميد الازوتي، وعلى سبيل المثال، أصناف القمح شبه قصيرة الساق تستجيب للتسميد الازوتى دون ان يحدث لها رقاد وبالتالى تعطى محصولا مرتفعا تحت ظروف التسميد الأزوتي العالي بالمقارنة بالاصناف طويلة الساق.

ثانيا :- يجب أن تكون التقاوى ذات نسبة انبات عالية حتى يمكن الحصول على العدد الكافي من النباتات فى وحدة المساحة، وبالتالى الحصول على كمية محصول عالية.

ثالثا :- يجب أن تكون تقاوى الصنف نقية خالية من بذور اصناف اخري من نفس المحصول أو بذور محاصيل اخري وتكون خالية من بذور الحشائش.

رابعا :- يجب أن تكون التقاوى على درجة عالية من النظافة، خالية من الشوائب والتراب والحصي والقش والبذور المكسورة وغيرها.

خامسا :- يجب أن تكون التقاوى متجانسة، أي تكون البذور منتظمة الشكل والحجم، وهذا يؤدي الى زيادة درجة انتظام نسبة وسرعة الانبات والنمو فى الحقل.

سادسا :- يجب أن تكون البذور مكتملة النضج كبيرة الجم نسبيا وممتلئة وغير ضامرة لضمان الحصول على بادرات ونباتات قوية.

سابعا :- يجب أن تكون التقاوى خالية من الأمراض التى تنتقل عن طريق التقاوى مثل أمراض تفحم القمح والشعير والذرة.

ومن الجدير بالذكر، أن المنتج او المزارع العادى لا يمكنه التأكد من توافر كل صفات جودة التقاوى السابق ذكرها، ولذلك فقد اهتمت الدولة بإصدار القوانين واللوائح المنظمة لإنتاج التقاوى وتجارتها بهدف حماية المنتج او المزارع من الغش التجاري وكذلك لحماية الإنتاج الزراعى من التدهور وتنص هذه القوانين واللوائح على ضرورة فحص التقاوى من حيث نقاوة الصنف ودرجة النظافة ونسبة الانبات والخلو من الامراض والبذور الغريبة. كما تنص هذه القوانين على تحديد مواصفات خاصة بكل محصول أهمها الحد الأدنى لنسبة الانبات والنظافة والبذور الغريبة وغيرها. ويتم فحص التقاوى بمعامل فحص التقاوى التابعة لوزارة الزراعة واذا توافرت كل الصفات اللازمة طبقا للقانون الخاص بتقاوى الصنف فإنه يتم إعتماد هذه التقاوى والتصريح ببيعها.

العوامل التى يجب مراعاتها عند إنتاج التقاوى الجيدة

لقد سبق أن ذكرنا أن التقاوى الجيدة تلعب دورا هاما فى الحصول على محصول مرتفع من المحصول المنزرع، لذلك يجب أن يكون لدى المزارع المعرفة الكافية بالطرق العملية لإنتاج التقاوى الجيدة فى مزرعته حتى يمكن استعمال تقاوى جيدة ومضمونة وغير مغشوشة، ويمكن تلخيص أهم العوامل الواجب مراعاتها عند إنتاج تقاوى جيدة فى الآتى :-

١- يجب الحصول على تقاوي جيدة مأخوذة من مصدر موثوق فيه وزراعتها فى أرض خصبة خالية من الحشائش.

٢- يجب العناية بعمليات الري والتسميد ومقاومة الحشائش للمحصول المنزرع.

٣- يجب ازالة النباتات الغريبة للصنف المنزرع وذلك فى أطوار النمو الخضري أو عند التزهير وذلك قبل حصاد المحصول.

٤- يجب أن يتم الحصاد عند تمام نضج البذور مباشرة، وذلك لأن التبكيرفى الحصاد عن الميعاد الأمثل أو قبل تمام نضج البذور يؤدى الى الحصول على بذور غير ناضجة وضامرة، كما أن الحصاد المتأخر يؤدى الى انفراط بذور بعض نباتات محاصيل الحقل، ويجب أيضا عند الحصاد استبعاد النباتات الضعيفة والمصابة بالأمراض.

٥- بعد الحصاد يتم تنظيف البذور المتحصل عليها من الأتربة وبذور الحشائش وغيرها من المواد الغريبة، ثم يتم فرز البذور طبقا لمواصفات معينة.

٦- يتم تجفيف البذور بحيث تصل نسبة الرطوبة بها الى المستوى المطلوب لان زيادة نسبة الرطوبة بها يؤدى الى تلف البذور عند تخزينها (راجع الباب الرابع عشر). ويتم تجفيف البذور اما عن طريق تعريضها لأشعة الشمس مع تقليبها من حين لآخر للوصول الى نسبة الرطوبة الملائمة، وقد يتم تجفيف البذور عن طريق استخدام أفران خاصة يستعمل فيها تيار من الهواء الدافئ للتخلص من الرطوبة الزائدة مع مراعاة ان لا تكون درجة حرارة الهواء بالفرن ضارة بأجنة البذور.

٧- بعد عملية التنظيف والفرز والتدريج والتجفيف السابق ذكرها، يتم تخزين البذور بغرض حمايتها من الظروف البيئية السيئة التى قد تتعرض لها. ويجب أن تكون المخازن أو صوامع التخزين ذات مواصفات خاصة من درجة الحرارة والتهوية.

وعموما.. اذا لم يتمكن المزارع من إنتاج التقاوى الجيدة بالمواصفات السابق ذكرها فيجب أن يحصل علي تقاويه من مصادر موثوق فيها مثل وزارة الزراعة ، او عن طريق الجمعيات الزراعية او الشركات المتخصصة فى إنتاج تقاوى المحاصيل.

خطوات إنتاج التقاوي المعتمدة

يتم إنتاج التقاوى المعتمدة على خطوات حددها القانون كما يلى :-

١- تقاوى مربي النبات

تقاوى المربي هى الجزء من تقاوى الصنف الذي يقوم المربي بإنتاجه والإشراف عليه بنفسه وتكون نقاوته الوراثية ١٠٠% وعادة تكون كميتها قليلة. وتعتبرتقاوى المربي هى مصدر تقاوي الأساس.

٢- تقاوي الأساس

هى البذور الناتجة من إكثار بذور مربي النبات وتحمل الصفات الوراثية المميزة للصنف وعلى أعلى درجات النقاوة. ويتم إنتاجها تحت إشراف دقيق من قبل هيئات مسئولة عن إنتاج التقاوى المعتمدة وذلك فى حقول نظيفة خالية من بذور الحشائش ولم يسبق زراعتها ببذور نفس المحصول لتجنب الخلط الوراثي والذي يؤدي الى التدهور السريع للصنف المستنبط. وتعتبر تقاوي الأساس هى المصدر لإنتاج جميع درجات التقاوي المعتمدة الأخري. ويمكن القول بأن تقاوي الأساس هى عبارة عن مضاعفة تقاوي المربي.

٣- التقاوي المسجلة

تنتج التقاوي المسجلة من تقاوي الأساس أو من تقاوى مسجلة أخري. ويجب أن تحتوى هذه التقاوي على الصفات الوراثية الخاصة بالصنف وعلى درجة عالية من النقاوة، وهذه التقاوي تكون مصدرا لإنتاج التقاوي المعتمدة.

٤- التقاوي المعتمدة

تنتج هذه التقاوي من تقاوي الأساس أو من التقاوي المسجلة أو من تقاوي معتمدة أخري، ويجب أن تتوافر فى هذه التقاوى الصفات الوراثية للصنف ودرجة عالية من النقاوة لكي تعتمد من قبل الهيئات المسئولة عن التقاوي. وعموما، يتم إنتاج هذه التقاوي فى حقول بعض المزارعين الممتازين وذلك بتعاقد مع الهيئات المسئولة عن إنتاج التقاوى.

ومن الجدير بالذكر، أن التقاوى من غير درجات الإكثار السابقة تعتبر تقاوي عادية ولا يستوجب إنتاجها للحصول على ترخيص من وزارة الزراعة لأن مرور إنتاج التقاوي بالمراحل السابقة يعمل على إحتفاظ الأصناف الجيدة المتحصل عليها نقية باستمرار.

الشروط الواجب توافرها فى الحقل المعد لإنتاج احدى درجات الاكثار طبقا لوزارة الزراعة

١- لا يجوز فى الحقل الواحد إنتاج اكثر من صنف واحد من محصول واحد فى نفس الموسم الزراعى.

٢- يجب ان لا تقل مسافة العزل بين حقل اكثار التقاوى والحقول المجاورة المنزرعة بأصناف أخرى من نفس المحصول عن ٥-١٠ متر فى المحاصيل ذاتية التلقيح مثل القمح والشعير والأرز و ٥٠-١٠٠ متر فى محاصيل الذرة الرفيعة والفول و ٢٠٠-٣٠٠ متر فى محصول الذرة الشامية، ويجوز عند عدم توافر المساحة للعزل ان تتم الزراعة فى مواعيد مختلفة اما بالتبكير أو التأخير بما لا يقل عن ٢١ يوم عن حقول الذرة المجاورة.

الاختبارات المعملية لفحص التقاوي

بعد إنتاج تقاوى صنف ما، تؤخذ عينات من تقاويه بطرق عشوائية معينة وترسل الى محطات فحص التقاوى لعمل بعض الاختبارات والحكم على جودتها وذلك قبل اعتمادها للبيع او التوزيع على المزارعين.

وسوف نذكر فيما يلي أهم الاختبارات المعملية التى تجري على عينات التقاوى وهى : اختبار النقاوة والنظافة – اختبار الانبات – اختبار حيوية البذور واختبار الاصابة بالامراض والحشرات.

أولا : اختبار النقاوة والنظافة

فى هذا الاختبار يتم تقدير نسبة البذور النقية للصنف فى العينة وذلك بفصل مكونات عينة التقاوي تحت الفحص الى اربعة اقسام وهى :

١- البذور النقية للمحصول
٢- بذور المحاصيل الاخري
٣- بذور الحشائش
٤- الشوائب.

ثم يوزن كل قسم من هذه الأقسام وتحسب النسبة المئوية لكل منها. ويجب ان لا تنخفض نسبة البذور النقية للصنف عن حد معين على حسب نوع المحصول (٩٥% فى القمح والارز والذرة الشامية) ويحدد سعر التقاوى على اساس نسبة النقاوة.

ثانيا : اختبارالانبات

يجري هذا الاختبار على البذور النقية للصنف وتحت الظروف المثلي لانبات بذور المحصول خلال فترة محددة. وتقدر نسبة الانبات فى هذا الاختبار على اساس تقدير النسبة المئوية بالعدد للبذور التى تنبت وتعطى بادرات سليمة . وعموما يجب ان لا تقل نسبة الانبات عن ٨٥% فى جميع محاصيل الحبوب والبقول الغذائية. ومن الجدير بالذكر ان اختبار الانبات قد لا يعبر تعبيرا تاما عن حيوية البذور لان بعض البذور قد تكون حية ولكن لا تنبت لانها تكون فى طور سكون ولذلك يجري اختبار حيوية البذور.

ثالثا : اختبار حيوية البذور

تعرف حيوية البذور بأنها قدرة البذور على الانبات وتكوين بادرة طبيعية. ومن اهم الاختبارات التى تستعمل على نطاق واسع لتقدير حيوية البذور هو اختبار التترازوليم والذي يتميز بأنه يحتاج الى وقت قصير اذ يمكن اخذ نتائجه خلال عدة ساعات بدون اجراء عملية الانبات. وعند استعمال ملح التترازوليم فإن الخلايا الحية التي تتنفس تختزله الى مادة ملونة حمراء. ولذلك نجد ان الخلايا الحية تتلون باللون الاحمر نتيجة للاختزال اما الخلايا الميتة فلا تتأثر ولا يتغير لونها.

رابعا : اختبار الاصابة بالأمراض والحشرات

يجرى هذا الاختبار لفحص البذور المصابة بالحشرات او الامراض وتحديد نسبتها.

ومن الجدير بالذكر، أنه إذا اجتازت عينات التقاوى كل هذه الاختبارات بنجاح، فإن التقاوى تعتمد للتوزيع على المزارعين، أما إذا لم تنجح فإنها ترفض كتقاوى وتباع للإستهلاك.

وبعد إنتهاء الفحص تكتب البيانات الخاصة باختبارات كل عينة (رسالة) من عينات التقاوى.

المراجع

الخشن ع. ع.، جبيب م.ع. وشعلان م.أ. (١٩٨٠). إنتاج المحاصيل – الجزء الأول – المبادئ . دار المعارف.

حسانين ع. م. (١٩٩٥). الذرة الشامية والذرة الرفيعة. المكتبة الأكاديمية.

حسانين ع. م. (٢٠٠١). القمح. المكتبة الأكاديمية.

حسانين ع. م. (٢٠٢٠). فسيولوجيا المحاصيل. Pdf

رضوان م. أ. (١٩٨٣). أساسيات الزراعة الحقلية. مكتبة الأنجلو المصرية.

مرسي م. ع. (١٩٧٧). أسس إنتاج محاصيل الحقل. مكتبة الأنجلو المصرية.

Agrawal, R. L. (١٩٨٢). Seed technology. Oxford & IBH Publishing Co.

Gardner, F. P. *et al.* (١٩٨٥). Physiology of crop plants. Iowa State Univ. Press.

Jerry, L. and J. Prueger (٢٠١٥). Weather and climate extremes. https: // doi .org/ to. ١٠١٦. Wace.

Martin, J. W. *et al.* (١٩٧٦). Principles of field crop production. Macmillan Publishing Co. New York.

Mengel, K. and E. A. Kirby (١٩٨٢). Principles of plant nutrition. International Potash Institute Bern, Switzrlamd.

Palaniappan, SP. (١٩٨٨). Cropping systems in the tropics. Principles and management. Wiley Eastern Limited. New Delhi.

(pdf). Nitrogen Fixation – Researshgate. net (٢٠١٧).

Stoskopf, N. C. (١٩٨١). Understanding crop production. Reston Publishing Company.

Wardle, *et al.* (١٩٩١). Newzealand J. of Agric. Res. ٣٤ (٢), ١٨٥-١٩١.